J. D. Bernal

Tarihte Bilim

Çeviren: Tonguç Ok

Bilim-Felsefe

1. Cilt

2. Basım



EVRENSEL
BASIM
YAYIN

Kitabın orijinal adı
Science in History

J. D. Bernal

Tarihte Bilim 1

Çeviren: Tonguç Ok

Bilim-Felsefe

Doğa Basın Yayın
Dağıtım Ticaret Limited Şirketi
Eskişehir Mah. Dolapdere Cad.
Karabatak Sok. No: 27A
Şişli / İstanbul
Tel: 0212 247 65 17 (pbx)
Faks: 0212 247 24 61
web: www.evrenselbasim.com
e.posta: bilgi@evrenselbasim.com

Evrensel Basım Yayın - 364

Tarihte Bilim 1
J. D. Bernal

Çeviren
Tonguç Ok

Genel Kapak Tasarım
Savaş Çekiç

Kapak Uygulama
Bahar Eroğlu

Birinci Basım: Ekim 2008
İkinci Basım: Eylül 2009

ISBN 978-975-6106-97-6
978-975-6106-96-9 (tk.)

Sertifika No: 11015

Baskı
Ezgi Matbaası
Sanayi Caddesi Altay Sokak No: 10 Çobançeşme -Yenibosna / İSTANBUL
Tel: 0212 452 23 02 - 654 94 18 e-posta: ezgimatbaa@mynet.com

Tarihte Bilim 1

İÇİNDEKİLER

4. Bölüm:

DEMİR DEVRİ: KLASİK KÜLTÜR

III. KISIM

İNANÇ ÇAĞI'NDA BİLİM

5. Bölüm:

FEODALİZME GEÇİŞ DÖNEMİNDE BİLİM

6. Bölüm:

ORTAÇAĞ BİLİMİ VE TEKNİĞİ

V. KISIM

MODERN BİLİMİN DOĞUŞU

7. Bölüm:

BİLİMSEL DEVRİM

V. KISIM

BİLİM VE SANAYİ

8. Bölüm:

SANAYİ DEVRİMİNİN ÖNCELLERİ VE SONUÇLARI

9. Bölüm:

18. VE 19. YÜZYILLARDA BİLİMLERİN GELİŞİMİ



JOHN DESMOND BERNAL

20. yüzyılın en önemli bilim insanlarından; fizikçi, moleküler biyolog, felsefeci, bilim tarihçisi, politikacı ve aktif bir eylem ve örgüt adamı olan John Desmond Bernal, 1901 yılında İrlanda'da doğdu. Az çok entelektüel bir ailede, özgür bir ortamda büyüdü. Ailesinin ilk okuldan sonra, okumak için İngiltere'ye gönderdiği Bernal, dini okullarda bir süre eğitim gördükten sonra lise eğitimini Bardford Kolejinde yaptı. Özellikle matematik ve fizikte çok iyi olması 1919'da ona Cambridge Üniversitesinin kapılarını açtı. Cambridge'de matematik ve fizik okuduktan sonra, kendi isteğiyle üniversitede bir yıl daha kalıp fazladan doğa bilimleri okudu. Cambridge'de okurken, farklı bilim alanlarıyla ilgilendiği ve hemen her konuda derin bir birikime sahip olduğundan okul arkadaşları tarafından kendisine "her şeyi bilen" anlamında "sage" (bilge) lakabı takıldı. Bu lakabı ömrü boyunca onu terk etmedi ve isminin yanına hep eklendi.

Daha üniversite yıllarındayken önemli bir bilim insanı olacağı belliydi. Üniversite son sınıfta, atomların uzaydaki değişik düzenlenme biçimleri üzerine yaptığı çalışmalarla getirdiği teorik yaklaşım bilim dünyasında yankı yarattı. *"Uzay Kafes Biçimlerinin Vektörel Geometrisi"* ve *"Nokta Sistemlerinin Analitik Teorisi"* başlıklı çalışmaları yalnızca önemli akademik bilim dergilerinde yayınlanmakla kalmadı, aynı zamanda ona, mayıs 1923'te, Cambridge Üniversite'nin bilim ödüllerinden *"Sudbury Hardyman Ödülü"*nü de getirdi. Bu çalışması, İngiltere'nin önde gelen fizikçilerinden Nobel ödülü sahibi Sir William Bragg'ın dikkatini çekti ve ona, Londra'da, Kraliyet Araştırma Enstitüsü'ndeki Davy-Faraday Laboratuvarında çalışma teklifi götürdü. Mezun olur olmaz 1923'te Londra'ya, Bragg'ın laboratuva-

rına taşındı ve 1927 yılında Cambridge Üniversitesi'nden öğretim üyeliği teklifi alana dek orada kaldı. Davy-Faraday laboratuvarındaki 4 yıllık çalışmasında hem grafitin yapısını buldu, hem kristalografiyi geliştirdi hem de daha sonra DNA'nın yapısının bulunmasında çok önemli rol oynayacak ve moleküler yapıların fotoğraflarının çekilmesini sağlayacak olan X ışınlı foto gönyesini dizayn etti.

1927'de fizik dersleri vermek üzere öğretim üyesi olarak tekrar Cambridge Üniversitesi'ne döndü ve ünlü Cavendish laboratuvarında kendi araştırma grubunu kurdu. Cambridge'deki grubunda yer alan doktora öğrencileri ve yardımcılarının neredeyse tümü, onunla başladıkları çalışmaları devam ettirerek, daha sonraları çok önemli buluşlar yapan dünya çapında bilim insanları oldular. 10 sene sonra, 1937'de, bir kez daha Londra'ya döndü ve Birkbeck Kolej'de fizik profesörü ve bölüm başkanı oldu. Ömrünün son yıllarına kadar da orada kaldı. O yıl aynı zamanda, İngiltere Bilimler Akademisi (Kraliyet Topluluğu)'ne üye seçildi.

Kısaca J. D. Bernal olarak bilinen profesör John Desmond Bernal, 1939 yılında yayınladığı ve bilim sosyolojisi alanında dünyadaki ilk yayın olan *"The Social Function of Science"* (Bilimin Sosyal Fonksiyonu) kitabıyla bilimde bir çığır açtı. Bernal'in, bilimin sosyal yönünü ortaya koyup bilimin işlevi ve yerini açıkladığı; *"bilimin bilimi"* tezini geliştirdiği bu kitabı bugün de bilim tarihinin en önemli yapıtları arasında yer alır.

Kristalografi ve moleküler biyolojinin kurucuları arasında sayılan Bernal, araştırmacı bilim insanlığı, hocalığı, felsefeciliği ve bilim tarihçiliğinin yanı sıra aktif bir politikacı, eylem adamı ve örgütçü idi. Katolik bir ailede büyüyüp, katolik okullarında okumuş olmasına rağmen kısa zamanda ateist olmuştu. Lise yıllarında İrlanda özgürlük hareketine yakınlık duydu ancak, Cambridge'e geldikten kısa bir süre sonra, Ekim Devrimi'nin etkisiyle Marksist olup sosyalizmi benimsedi. 1923 yılında Londra'ya taşınır taşınmaz Komünist partisine katıldı ve 1971'de ölene dek orada kaldı. Üniversite yıllarında aralarına katıldığı *"Cambridge Scientists' Anti War Group"* (Savaş Karşıtı Cambridgeli Bilim İnsanları Grubu)'tan sonra, asıl olarak, 1930'lı yıllarda hızla gelişen radikal bilim hareketinin öncü ve liderlerinden oldu. *"British Association of Scientific Workers"* (Britanya

Bilim Emekçileri Birliği)'in kurulması ve ülke çapında üniversitelerde yaygınlaşmasında çok büyük rolü oldu. Öyle ki, 1100 üyesi olan birliğin üye sayısı Bernal başına geçtikten kısa bir süre sonra 70 bine yükseldi. Savaş sonrası Dünya Barış hareketi içinde aktif rol oynayan Bernal Dünya Barış Konseyi'nin önce başkan yardımcısı, Frederic Joliot-Curie'den sonra da, 1958-63 yılları arasında, başkanı oldu.

Savaş sırasında, Hitler faşizmine karşı mücadeleye aktif bir bilim insanı olarak katıldı. Alman uçaklarının Londra bombardımanlarını gözleyip en az hasarla nasıl çıkılacağını bulmak için Dr. Solly Zuckerman'la birlikte deneyler yaptı, hesaplamalar gerçekleştirdi; halka bombardıman sırasında nasıl davranacaklarını, bombalardan nasıl kurtulacaklarını gösterdi. Savaşa karşı olmasına rağmen, Hitler faşizminin bir an önce yenilmesi için üniversitedeki görevini bırakıp bizzat aktif olarak orduya katıldı. 1943'te Birleşik Operasyonlar Komutanlığı başkomutanı Lord Mountbatten'ın bilim danışmanı oldu. Buz dağlarından uçak ve savaş aracı taşıyıcısı yapma projesini (HABBAKUK projesi) geliştirdi. Fransa kıyılarının yapısını, Manş denizini, dalga ve rüzgarların hız ve zamanını inceleyip hesaplamalar yaptı; hatta geceleri Alman mevzilerinin üzerinden gizlice uçup kıyıların fotoğraflarını çekti ve Normandiya'ya yapılacak olan çıkarmanın yerini belirledi.

İngiltere dışında, Sovyetler Birliği, Polonya, Macaristan, Romanya, Çekoslovakya ve Demokratik Almanya Cumhuriyeti gibi bir çok ülkenin bilimler akademisi üyesi olan Profesör Bernal, bilimsel çalışmaları, yüzlerce makalesi ve kitaplarının yanı sıra çok sayıda ödülün de sahibiydi. Örneğin, 1945'te İngiltere Bilimler Akademisi'nin (Kraliyet Topluluğu) en büyük ödülü olan "Kraliyet Madalyası"nı, 1947'de ABD'nin en önemli ödüllerinden "Özgürlük Madalyası"nı ve 1953'te de Sovyetler Birliğinin en büyük ödüllerinden "Lenin Barış Ödülü"nü aldı. Böylece hem ABD hem de Sovyetler Birliği'nin en büyük ödüllerini alan tek kişi oldu. Buna rağmen, bilime çok önemli katkılarda bulunmasına ve bir çok buluşta doğrudan payı olmasına karşın, yine de Nobel ödülü verilmedi. Bernal'in başlatıp yönlendirdiği araştırma projelerini sürdüren öğrenci ve asistanlarına, yardımcılarına Nobel ödülleri verilirken, o, politik görüşlerinden ötürü hep bunun dışında tutuldu. Değişik zamanlarda Nobel alan öğrenci ve yardımcılarından Dorothy Hodgkin, Aaron Klug, Max Perutz

ve Wolfie Traub'un dördü de ayrı ayrı Nobel komitesine başvurup çalışmalarında Profesör Bernal'ın çok büyük katkılarının olduğunu ve bu yüzden ödülü Bernal'le paylaşmaları gerektiğini açıklamalarına rağmen yine de ödül Bernal'e verilmedi. Benzer tavır, Bernal'in danışmanlığını yaptığı Rosalind Franklin'e de gösterildi. Rosalind Franklin de, çektiği X ışığını fotoğraflarıyla, DNA'nın yapısının açıklanmasında, en azından James Watson, Francis Crick ve Maurice Wilkins kadar payı olmasına rağmen; 1962'de onlara ödül verilirken, o, radikal görüşleri nedeniyle dışarıda tutuldu. .

Profesör Bernal'in, bilim dünyasının yanı sıra, Stalin'den Mao, Çuenlay, Nehru ve Nkrumah'a; Picasso'dan, Pablo Neruda ve Nâzım Hikmet'e, döneminin pek çok sanatçı, yazar ve devlet adamıyla yakın ilişki ve dostluğu vardı.

Yaşamının son sekiz yılında profesör Bernal'in sağlığı bozuldu. 1963'ten başlayarak ardı ardına ağır felçler geçirdi ve giderek çalışamaz ve konuşamaz hale geldi. Buna rağmen son ana dek bilimden ve aktif araştırmadan kopmamak için çabaladı. Zor hareket eder ve konuşurken hazırladığı son makalesi 1969'da Nature dergisinde yayınlandıktan sonra çok ağır bir felç daha geçirdi ve ondan sonra da artık bir şey yapamaz oldu. Buna rağmen bilime olan ilgisini hiç yitirmedi. Eski öğrencilerinden olup ömür boyu yakın dostları arasında kalan profesör Dorothy Hodgkin anılarında, ölmesinden kısa bir süre önce kendisini ziyaret ettiğinde, Bernal'i, Profesör Tolanksi'nin ona getirdiği, ay yüzeyinden alınmış toprak parçaları örneklerini incelerken gördüğünü yazıyor. Profesör Bernal, 15 eylül 1971'de, 70 yaşındayken Londra'daki evinde öldü.

Çok sayıda makalesinin yanı sıra J. Bernal'in yayınlanmış şu kitapları bulunuyor: "*The World, the Flesh and the Devil*" (Dünya, Beden ve Şeytan - 1929); "*The Social Function of Science*" (Bilimin Sosyal Fonksiyonu, 1939); "*The Freedom of Necessity*" (Zorunluluğun Özgürlüğü - 1949); "*The Physical Basis of Life*" (Yaşamın Fiziksel Temeli – 1951); "*Marx and Science*" (Marx ve Bilim - 1952); "*Science and Industry in the 19th Century*" (19. Yüzyılda Bilim ve Sanayi -1953); "*Science in History*" (Tarihte Bilim - 1954); "*World Without War*" (Savaşsız Dünya - 1958); "*The Origin of Life*" (Yaşamın Kökeni - 1967); "*Physics Before 1900*" (1900 Öncesi Fizik - 1973).

TÜRKÇE BASKIYA ÖNSÖZ

1931 temmuzun ilk günleriydi. Londra'nın batısında, South Kensington'daki Bilim Müzesi salonu önemli bir bilim toplantısına, "İkinci Uluslararası Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi"ne ev sahipliği yapıyordu. Kongreyi benzerlerinden farklı kılan, pek çok kişinin orada neler olup bittiğini merak ettiği Sovyetler Birliği'nden kalabalık bir bilim heyetinin de bu kongreye ilk kez katılıyor olmasıydı. Kongre'yi düzenleyen "Uluslararası Bilim Tarihi Akademisi" cumartesi günkü oturumu Sovyet heyetine özellikle ayırmıştı. Çünkü bilimin diğer alanlarındakiler gibi Akademi bünyesindeki bilim tarihçisi ve felsefecileri de Sovyetler Birliği'ndeki bilimsel gelişmeleri, özellikle de bilim felsefesi ve tarihine nasıl yaklaşıldığını öğrenmeye can atıyorlardı.

Başkanlığını Buharin'in yaptığı Sovyet heyetinde, genetikçilerden fizikçi ve matematikçilere, ekonomistlerden felsefeci ve bilim tarihçilerine çok sayıda bilim insanı yer alıyordu. Gelenlerin hemen her biri önemli yankılar yaratan sunumlar yaptılar. Çünkü her bir sunum kendi alanının sorunlarına o güne dek batı biliminde yapılanlardan çok farklı bir yaklaşım getirmişti. Ancak yine de en büyük yankı ve etkiyi fizikçi, felsefeci ve bilim tarihçisi Boris Hessen'in, *"Newton'un Principia'sının Sosyoekonomik Kökenleri"* başlıklı sunumu yaptı. Hessen sunumunda, Newton'un bu en önemli yapıtının, o güne dek sanıldığının aksine, Newton'un kişisel dehasının ya da bilimin iç mantığının bir ürünü olmadığını; Newton'un, tezlerini içinde yaşadığı dönemle doğrudan bağlantılı olarak ortaya attığını ve bu yüzden de bu tezlerin, 17. yüzyıl İngiltere'sinin toplumsal ve ekonomik koşullarının doğrudan

bir ürünü olduğunu ortaya koymuştu. Hessen, bir soru üzerine, tezini daha da somutlayıp Newton'un daha çok, gelişen İngiliz burjuvazisinin ihtiyaçlarını karşıladığını söyledi. Sovyet heyetinin, bilimi mutlak ve saf düşüncenin ifadesi olarak değil toplumsal ve ekonomik bir fenomen olarak gören yeni yaklaşımı çok büyük etki yarattı. Bu etki öylesine büyük oldu ki, eleştirmenleriyle birlikte bilimin toplumsal tarihinin önemini kabul eden bütünüyle yeni bir ekol, radikal bir bilim hareketi ortaya çıktı. Bilim tarihi bu kez, bu ekolden araştırmacılar tarafından bu gözle yeni baştan incelemeye alındı.

Çünkü Birinci Dünya Savaşı'na dek, uzun yıllar boyunca bilime evrensel bir mutlaklık, saflık ve özerklik, hatta evrensel bir kahramanlık rolü biçilmişti. O güne dek bilim insanlarına, hiçbir çıkar gözetmeksizin gerçeğe ulaşma, bilgiye erişme sevdası uğruna önlerine çıkan bütün güçlüklerle kıyasıya mücadele eden kahramanlar, adeta "ilahi" kişiler gözüyle bakılıyordu. Bu bakışa göre, sanayi ve teknolojiden farklı olarak bilimle uğraşmak, toplumun üstünde, içinde yaşadığı olaylardan, toplumsal, ekonomik ve siyasi ihtiyaçlardan, egemen görüşlerden etkilenmeksizin yapılan saf ve özerk bir etkinlikti. Bu yüzden, bilim insanlarının ürünleri mutlak ve saf düşünceyi, gerçek bilgiyi oluşturuyordu. Daha önceleri *"doğa filozofları"* olarak adlandırılan bilimle uğraşan kişileri *"bilim insanı"* (scientist) olarak ifade edip, 1830'larda bilim insanı tanımını ilk kez kullanan, fizikçi ve bilim tarihçisi William Whewell de zaten tanımını açıklarken bilim insanı ve bilimin rolünü benzer biçimde ifade etmişti. Whewell, bilim insanını, korunması gereken, eşi bulunmaz bir toplumsal role soyunmuş ve bu yüzden toplumun öteki kesimlerine göre özerk bir konumu olan kişiler olarak tanımlamıştı. Bu nedenledir ki, büyük bilim insanları, her dönem, tarihçi ve bilim felsefecilerinin ilgi odağında bulundular. Yazılan bilim tarihi kitapları bu nedenle, büyük bilim insanlarının yaptığı buluşlar ve bu buluşların bilimsel nesnelliği, bütünlüğü ve evrenselliğinin meşrulaştırılmasına büyük ağırlık verdiler, neredeyse sadece bunlarla sınırlı oldular.

Ancak Birinci Dünya Savaşı, bilimin mutlaklığı ve saflığına, bilimsel buluşların nesnelliğine ilişkin bu, adeta mit haline gelmiş inancı sarstı. Savaş, görkemli İngiliz İmparatorluğunun teknolojik açıdan

sanıldığı gibi muhteşem olmak bir yana, aksine zayıf olduğunu ortaya çıkardı. 1900'lerin başlarına dek hala "profesörün küçük laboratuarı ya da mucidin arka odası ile sınırlı" olan "kişisel bilim"in ihtiyaçlara yanıt veremediği görüldü. İngiliz hükümeti bunun üzerine bilimi yönlendirme işine doğrudan müdahale etme gereği duydu. Geniş kamu finansmanı ve özel girişimlerle kurulan yeni araştırma enstitüsü ve kurumları, daha çok Cambridge ve Oxford gibi yüzlerce yıllık belli başlı üniversiteler ve birkaç araştırma kurumuna sıkışmış "kişisel bilim"in tekelini kırdı. Bilimin, iktidarların ekonomik, toplumsal, siyasi ve askeri ihtiyaçlarına göre şekillenmekte olduğu olgusu gözle görülür hale gelmeye başladı. Uzun yıllardır hüküm süren saf, mutlak ve nesnel bilim anlayışı artık hızla darbeler alıyordu.

İkinci Dünya Savaşı, Birinci Dünya Savaşı'nın başlattığı işi tamamladı. Bu kez, savaş meydanındaki gösteriyi bizzat bilim sürdürmüştü. Bilim insanları yalnızca, büyük yıkımlar getiren konvansiyonel, nükleer, kimyasal ve biyolojik silahları geliştirmekten değil, aynı zamanda onları, örneğin bombaları tasarlamaktan, üretmekten ve hatta savaş alanlarına sürmekten de sorumluydular. Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombalarının göklere yükselttiği mantar bulutları, bilimsel masumiyet döneminin kapandığını ilan etmişti. Bilimle, savaş ve iktidarlar arasındaki bağ çok daha açık bir biçimde ortaya çıkmış; bilimin saflık ve özerkliğine ilişkin tüm safça fikirler buhar olup uçmuştu.

Ortaya çıkan bütün bu koşulların, ama esas olarak da Sovyet bilimi pratiği ve Marksist Leninist düşüncenin etkisiyle geleneksel bilim bakışı ve tarihi sorgulanmaya başlandı ve bu sorgulama içinde radikal bir bilim hareketi doğdu.

İleri sayfalarda okuyacağınız gibi profesör John Desmond Bernal, elinizdeki bu kitabı yazma gerekçesini anlatırken sözünü ettiğimiz bu dönemi ve o dönemin bakışını şu sözlerle ifade ediyor:

"Son otuz yıl içinde, büyük ölçüde Marksist düşüncenin etkisiyle, doğa bilimcilerinin yalnızca araştırmalarında başvurdukları yöntemlerin değil, teorik yaklaşımlarına yön veren düşüncelerin de toplumsal olaylar ve toplumsal basınç tarafından belirlendiği görüşü yaygınlık kazandı. Buna şiddetle karşı çıkanların yanı sıra onu canla başla sa-

vunanlar da oldu; ne var ki, bu tartışma sırasında, bilimin toplum üzerinde dolaysız bir etkisi olduğu görüşü gölgede kaldı. Benim amacım doğa bilimlerindeki ilerlemenin toplumsal ilerlemeyi -yalnızca bilimsel buluşların hayata geçirilmesiyle ortaya çıkan ekonomik değişiklikler bakımından değil, yeni bilimsel teorilerin genel düşünce tarzı üzerindeki etkisi yönünden de- ne ölçüde belirlemiş olduğunu bir kez daha vurgulamaktı."

Bilimin egemen ideolojiyle, iktidarlar ve toplumsal koşullarla olan ilişkisi, esas olarak, yukarıda sözü edilen 1931 yazında Londra'da yapılan bilim tarihi konulu uluslararası bilim kongresinde, Sovyet bilim heyetinin sunduğu bildiriler sayesinde belirginleşmişti. Bununla birlikte, özellikle Batılı genç bilim insanı ve tarihçilerinin, kongrede savunulan tezleri tam anlamıyla kavramaları ve bununla ilintili olarak radikal bir bilim hareketinin tamamıyla ortaya çıkması birkaç yılı daha alacaktı. Bu hareket gerçek anlamda, elinizdeki kitabın da yazarı olan, Cambridge Üniversitesi profesörlerinden, fizikçi, moleküler biyolog, bilim tarihçisi ve felsefecisi J. D. Bernal'in 1939 yılında *"The Social Function of Science"* (Bilimin Sosyal Fonksiyonu) adlı önemli eserini yayınlamasıyla doğdu. Bernal kitabında saf, özerk ve mutlak bilim iddialarını yerle bir ederek onun toplumsal işlevini ortaya koydu. Tarihte ilk kez, bilimin günümüzde neler yaptığının ve gelecekte neler yapabileceğinin toplumsal analizini gerçekleştirdi. Üstelik bunu sadece teorik bağlamda da yapmadı, tezlerini İngiltere ve Sovyetler Birliği'nden somut verilerle örnekleyip kapitalizm ve sosyalizm altındaki bilimi kıyasladı, iki toplumsal sistem altında bilimin ve bilim politikalarının mevcut ve gelecekteki durumlarını inceledi. Savaş ve savaş sonrası yıllarda İngiltere ve ABD hükümetlerinin bilim politikalarının yeniden hazırlanıp büyük ölçekli bilime geçmelerinde, ve bu amaçla bilimsel ve teknolojik araştırmalara büyük mali kaynak ayırmalarında profesör Bernal'in sözü edilen bu kitabında yaptığı somut önerilerin büyük payı oldu. 1940'ların ortalarına dek İngiltere'de, daha sonra da ABD'de bilim politikalarının oluşturulması, bilimsel ve teknolojik araştırmaların planlanmasında en üst düzeyde sorumluluklar üstlenmiş olan Dr. Alexander King, savaş sonrası dönemde ABD ve İngiltere'de yeni

bilim politikalarını hazırlayıp, bilimsel ve teknolojik araştırmaların örgütlenmesi ve planlanmasını yaparken en fazla J. D. Bernal'in bu kitabından yararlandıklarını açıklar.

Sözünü ettiğimiz bu radikal bilim hareketi, özellikle Bernal'in yukarıdaki kitabının yayınlanmasıyla hızla gelişti. Bilimin toplumsal yönüne dikkat çeken, bilimi her şeyin üzerinde saf ve özerk bir etkinlilik olarak gören ve aynı zamanda bilimi yalnızca Avrupa biliminden ibaret sayan mitleşmiş inançlara büyük darbelerin vurulduğu başka önemli kitap ve makaleler, dergiler yayınlandı. Bu hareket üstelik sadece önemli eserlerin yayınlanması olarak da kendini göstermedi; aynı zamanda, hareket içinde yer alan bilim insanlarının bir araya gelip örgütlenmeleri olarak da ortaya çıktı. Birinci Dünya Savaşı yıllarında oluşan ve üniversite öğrenciliği yıllarında bu kitabın yazarının da aralarında bulunduğu "Cambridge Scientists' Anti War Group" (Savaş Karşıtı Cambridgeli Bilim İnsanları Grubu) ile başlayan örgütlenme, hareketin ortaya çıkıp gelişmesiyle hızla yayıldı. "British Association of Scientific Workers" (Britanya Bilim Emekçileri Birliği)'in kurulup İngiltere çapında yaygınlaşmasıyla örgütlenme doruğuna çıktı. Öyle ki, okumakta olduğunuz kitabın yazarının içinde aktif olarak çalışmaya başlayıp birliğin başına geçmesiyle, üye sayısı çok daha hızlı arttı ve özellikle İkinci Dünya Savaşı yıllarında sayı 1100'lerden 70 binlere fırladı. Bu hareket üstelik yalnızca İngiltere'yle de sınırlı olmadı. Başta Fransa olmak üzere Batının en gelişmiş ülkelerindeki en köklü üniversitelerin en yetkin bilim insanı ve profesörleri bu uluslararası hareket içinde yer aldılar.

Hareket içinde, geçmişte büyük ölçüde savsaklanmış olan bilim ve tekniğin tarihine de özel bir ilgi belirdi ve bunun sonucunda yeni bilim tarihi kitapları yazılmaya başlandı. Bu doğrultuda George Sarton 1927-48 arasında *"Introduction to the History of Science"* (Bilim Tarihine Giriş) adlı eserini yayımladı. Sarton, dört ciltlik eserinin ilk üç cildini Arap ve İslam bilimine ayırarak bilimi sadece Batı'nın eseri olarak görenlere büyük darbe vurmuştu. İkinci kitap, ilk cildi 1954 yılında yılında yayınlanan, Cambridge Üniversitesi'nden Joseph Needham'ın *"Science and Civilization in China"* (Çin'de Bilim ve

Uygarlık) adlı eseriydi. Needham, bu devesa eserinde, Çin uygarlığının bilime katkılarını oldukça etkili bir dille açıklıyordu. Üçüncü önemli kitap ise, yine aynı yıl, yani 1954'te yayınlanan, profesör Bernal'in elinizde tuttuğunuz, "*Science in History*" (Tarihte Bilim) adlı bu kitabı idi. Profesör Bernal, okuyacağınız gibi, bu kitabında, tarih boyunca, ilişkileriyle birlikte bilim ve tekniği, bilim (ve teknik) ile toplum arasında süregelen karşılıklı etkileşimleri inceledi.

Bilim ve tekniğin tarihi üzerine yoğunlaşan bu yeni ilgi önce Sovyetler Birliği'nde kendisini göstermişti ve Sovyet bilim heyetinin 1931'de Londra'da düzenlenen Bilim Tarihi Kongresi'ne yaptığı katkıyla Batı bilim dünyasına sıçrayıp yeni bir ekolun ortaya çıkmasını sağlamıştı. O zamandan sonra yapılan daha derin araştırmalar tabloyu genişlettiler ve ilk başlarda görülen kabalıkları giderdiler. Örneğin Boris Hessen'in, genel hatları doğru olmasına rağmen 1931'deki Londra Kongresinde Newton'un çalışmalarına ilişkin ortaya koyduğu kaba yaklaşım, büyük Sovyet fizikçisi Sergey Ivanoviç Vavilov tarafından giderildi. Vavilov, Newton'un çalışması ve dünya bilimindeki yeri hakkında son üç yüz yılda yüzlerce biyograf ve eleştirmenin yaptığından çok daha doyurucu ve tutarlı bir değerlendirme ortaya koydu.

***

Profesör Bernal'in kitabı, ilk yayınlanmasından bu yana 50 yıldan fazla zaman geçmesine karşın yine de öneminden bir şey yitirmedi. Üstelik bugün içinde yaşadığımız özel koşullar onu daha önemli kılıyor. Bu kitap işte bu yüzden yayınlanıyor. Bu özel koşul ve nedenleri kısaca şöyle sıralayabiliriz:

Başta ABD olmak üzere, özellikle Batı'nın en gelişmiş ve en ileri ülkelerinde; neredeyse bütün mistik - metafizik inanç ve arayışlar, tarikatlar, püritanizm ve yeni Tomacılık gibi Ortaçağın yeni biçimler giydirilmiş en geri akımları bir süredir adeta bir yeniden diriliş yaşıyorlar. Türkiye gibi, geri ya da gelişmekte olan ülkelerdeki durum ise çok daha kaygı verici boyutlarda. Kökteni ve "ılımlı" ya da "siyasi"siyle her türlü dincilik, (daha çok da İslami, Hindu ve doğunun öteki mistik dinleri), mistisizmin her biçimi,

medyumculuk, gizlicilik, falcılık, büyücülük gibi doğa üstü güçlere, "öteki dünya güçleri"ne doğru hiç de azımsanmayacak bir yönelim gerçekleşiyor. Televizyondan sinemaya, yazılı ve görsel medyadan edebiyata her araç kullanılarak toplum ve yaşamın her alanında dinin, mistisizmin, doğa üstü "öteki dünya güçleri"nin etkisi giderek artırılıyor. Hollywood, devasa paralar harcayarak başlattığı "Yüzüklerin Efendisi", "Harry Potter", "Akrep Kral", "Mumya" vb gibi bol büyülü, cinli, perili dev prodüksiyonlar furyasına aralıksız devam ediyor. Çoğu bilim insanınca "biyolojinin grameri" ve olmazsa olmazı olarak kabul edilen evrim kuramı, geldiğimiz 21. yüzyılda müfredatlardan kaldırılmaya ve onun yerine, bütün dinlerin, özellikle de tek tanrılı dinlerin ana tezi olan "yaratılış" miti geçirilmeye çalışılıyor; tüm din ve kutsal kitapların ünlü yaratılış miti, "yaratıcı" ya da "tasarımcı" adı altında, üstelik bu kez beyaz önlük giydirilip bilim kılığına sokulduktan sonra yeniden piyasaya sunuluyor. Fizik bilimlerinde, "büyük patlama" ve büyük çatırtı" gibi kuramlarla evren ve zaman önce yoktan var edilip sonra da yok edilerek, kutsal kitapların yaratılış ve kıyamet mitleri bir kez daha yineleniyor. Kara deliklerin dibinde zaman dondurulup yok ediliyor; o deliklerin dibinde, genlerin sözde "gizemi"nde yine tanrı aranıyor.

Buna ek olarak, yine ABD'nin başını çektiği Batı'nın en gelişmiş ülkelerinden yayılan akıldışı - irrasyonel düşünceye doğru bir yönelim var. Geçtiğimiz son iki yüzyılda akılcı (rasyonel) düşünce karşısında oldukça güç kaybeden akıl-dışı (irrasyonel) düşünce biçimleri özellikle içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda yeniden güç toplamaya başladılar. Bir zamanlar aklın ve rasyonalizmin egemen olduğu burjuva düşünce dünyasında Nietzsche ile birlikte bir sapma olarak ortaya çıkan akıl dışılık (irrasyonalizm), tüm renk ve varyantlarıyla son yıllarda giderek yeniden ana akım özelliğini kazanmaya, günümüz düşünce dünyasının deyim yerindeyse alâmeti farikası haline gelmeye başladı. Yalnızca "postmodernistler" değil, günümüz "modern muhafazakar"ları da artık, "aydınlanma projesinin büyük düş kırıklıklarıyla sonuç"landığını söylüyorlar. Felsefe kırıntıları ve bu kırıntıların sahipleri yeniden parlatılıyorlar. Edmund Burkeler, Friedrich Nietzscheler, William Jamesler, Henri Bergsonlar, Alfred

North Whiteheadler, Martin Heideggerler ve Ludwig Wittgensteinlar günümüze ışık tutan büyük filozoflar olarak karşımıza çıkarılıyorlar yeniden. İnsanın düşünce dünyası, insanlığın bugüne dek biriktirdiği bütün ileri kazanımları ciddi bir saldırı altında.

Öte yandan, teori ile pratiğin birliğinin koparılarak pratiğin teorinin önüne, hatta yerine geçirilmesi çabasının bir yansıması olarak bilimin önüne teknolojinin konulması ve teknolojinin, çoğu kere neredeyse tek başına bilim olarak algılanması yanılgısı da gözleniyor. Bunların yanında, daha çok ülkemize özgü bir başka durum da izleniyor: Bilime ve akılcı düşünceye gerçekten de önem verme isteği içinde olan kesimlerin azımsanmayacak bir bölümü arasında, bilime ve bilimsel bakışa sürekli vurgu yapılmasına ve bilimin önemsenmesi gerektiği her adımda ısrarla belirtilmesine rağmen bu söylem ve ısrarlar çoğu kez yalnızca lafızda kalıyor; söylemin gerektirdiği tutum, ona uygun bir bilimsel yaklaşım ve bakış gösterilemiyor. Pek çok kişi, bilim ve bilimsel yaklaşımdan söz ederken aslında –farkında olmadan– egemen gerici düşünce akımlarının şekillendirdiği bilim dışı bakış ve anlayışlarını sergiliyor; bilim ve bilimsel bakış adına ne yazık ki bilim dışılığı savunuyor, uyguluyor.

Bu bakış ve anlayış, kaynağını, aslında esas olarak günümüzde yaşadığımız "şimdiki zamancılık"tan, "ancılık"tan alıyor. Örneğin, *"Geçmiş ve gelecek beni ilgilendirmiyor. Dün ne olduğu ya da yarın ne olacağı önemli değil, önemli olan, şu an içinde yaşamakta olduğum andır. Bu yüzden ben sadece bu anı yaşarım, siz de öyle yapın, gerisini boş verip anı yaşayın"* deniliyor. Günümüzün "entelektüel yaşamı"nı karakterize eden; "felsefesizlik", araştırma ve okuma "tembelliği", kapsamlı bir araştırma ve okuma olmadan da araştırma ve okuma ihtiyacının "karşılanabileceği" yanılgısı, genel olarak bakıldığında bilmeyenlerin "bildikleri"ni zannettikleri ya da "bilenlerin" de aslında fazla bir şey bilmedikleri gerçeğidir. İnsan düşünce dünyası da diyebileceğimiz "teorik bilinç" giderek var olanı gördüğü "gündelik bilinç" alanına çekiliyor, "teorik bilinç" "gündelik bilinc"e indirgeniyor. İnsanların soyutlama yeteneği, araştırma ve öğrenme çabaları geliştirilmeden; böyle bir entelektüel faaliyete ve irdelemeye sevk edilmeden; ancak soyutlama ve araştırma üzerinden elde

edilebilecek bilgilerin yarım yamalak, kırık kopuk bir biçimde onlara verilmesi, onların bilinçlendirilip aydınlatılmasını değil, aksine gerici, bilim dışı düşüncelerle daha bir zehirlenmesini, karanlıkta tutulmaya devam etmesini sağlar. Bu yüzden, bu yol "bilinçlendirme" değil "bilinçsizleştirme" yoludur.

Kafamızı kaldırıp etrafımıza şöyle bir bakalım: Nesnel gelişme olanaklarının artmasına karşın, toplumsal ve insani kriterler bakımından bir gerileme süreciyle karşı karşıyayız. Zenginlik artıyor, ama bu artış, beraberinde toplumsal refahı değil toplumsal yoksulluğu büyütüyor; bilim ve teknoloji gelişiyor, ama bu gelişme çalışma yaşamını kolaylaştırmak bir yana daha da ağırlaştırıyor; üretkenlik artıyor ama bu, çalışma sürelerini kısaltmıyor aksine daha da uzatıyor; ve yine, bilimsel ve teorik bilgiyi edinme ve bilgiye ulaşma olanakları her geçen gün bir öncekinden çok daha fazla ölçüde çoğalıyor ancak bu artış geniş kesimlerin daha da aydınlanmasını değil, tam tersine nispeten daha da bilinçsizleşmesini getiriyor. Bunlar neden oluyor?

Bu sorunun yanıtı aslında gözlerimizin önünde olup bitenlerden görülebilir: İnsanlar, "negatif" anlamda irrasyonalizme, "pozitif" anlamda ise olguculuğa itiliyorlar. Ama her iki durumda da sonuç yadsımadır! Var olanı yadsıma; bir yandan dine, fatalizme, mistizme, okültizme, esoteriğe vb. bilumum metafizik teselli arayışlarına; diğer yandan da açık veya gizli bir şekilde nihilizme, kinizme, umutsuzluğa, izolasyona, manevi çöküşe ve öteki benzerlerine gidiş var. "Pozitif" yadsıma ise, var olan ile yetinmeye, konformizme, var olanın sınırlılığına hapsolmaya, var olanda olanağı ve olanaktan olabilecek olanı görememe kısacası uzak görüş darlığına, var olanda sadece görünene bakmaya, sığlığa, nihai amaçsızlık ve ufuksuzluğa, sadece ve sadece içinde bulunulan zaman ve anla yetinmeye götürüyor.

Günümüzde gelip geçici yüzeysel cereyanlara kapılmamanın panzehiri, olgu ve olaylara tarihsel ve bütünlüklü bir perspektiften bakmaktır. Bugün bu perspektif giderek zayıflıyor ve bu da tesadüf değildir. Değildir, çünkü şimdiki zaman insanı, sadece "şimdiki zaman"a hapsedilmiş insandır. Olgu ve olaylara bütünlüklü ve tarihsel bakamama sorununun, günümüz ideolojik deformasyonun en çok

yoğunlaştığı sorunlardan biri haline gelmesi şaşırtıcı olmamalıdır; zira buradaki mesele neticede gelip tarihsel ilerlemenin ve mevcut olanın nesnelliği ve ilişkilerinde yatan bir yönün var olmasının kabulü veya reddine; kapitalizmin tarihselliğini görüp görmemeye, bugünün ve geleceğin şekillendirilmesinin olanaklılığı ya da olanaksızlığına ve elbette bu olanağın kavranılmasına hizmet eden bir tarih bilinci ve ufkuna sahip olup olmamaya dayanır. Bu yüzden günümüz insanına özellikle güncellik düşkünlüğü ve geçmiş, gelecek ve gerçeklik düşmanlığı telkin ediliyor. Açıktır ki, tarih bilinci ve gelecek fikri olmadığında, esasta herhangi bir şeyi açıklamak mümkün olamaz; çünkü, bir şeyi açıklayabilmek için, onu diğer şeylerle ilişkilendirmek; ve bu ilişkilerinin özgünlüğünü anlayabilmek için de onu bütünlüğü ve tarihselliği içinde ele almak gerekir. "Şimdiki zaman"cılık da, bu yüzden hiçbir şeyi açıklamıyor; gösteriyor, sergiliyor, tarif ediyor, en iyi durumda tanımlıyor, ama açıklamıyor, açıklayamıyor.

Olgu ve olayları tarihsel ve bütünlüklü olarak ele almayan; doğanın ve tarihin diyalektiğini reddeden veya dikkate almayan tüm ideoloji ve düşünce akımları, ne kadar güncel paketlenirse paketlensinler, özünde sığdırlar. Bu tür ideoloji ve düşünce akımları, toplumların yaşantıları ve tarihlerinde ortaya çıkan çelişkileri, Hegel'in ifadesiyle *"aklın tarihteki momentleri"* olarak kavramaktan uzak olduklarından, rasyonel yaklaşımın ve çözümün en çok gerekli olduğu andaki çelişkilerle çelişkiye düşüp irrasyonelciliğe kayarlar. Ve böylelikle, aklın değil de, akıl dışılığın momentleri olarak eninde sonunda tarihteki yerlerini alırlar.

Sonuçta, "şimdiki zaman"ın tarihselliği; yani onun geçmişin bir ürünü olduğu ve geleceğin de bugün yapılana bağlı bulunduğu gerçeği dikkate alınmadan olgu ve olaylara bakıldığında, zaman bütünlüğünü yitirir, unsurları ayrılır, birbirlerini dışlar hale gelir. Süreç ve gelişme yönü gibi kavramlar diyalektiğini yitirirler. "Şimdi", bu koşulda, zaman kavramına ilişkin olan hareket ve değişimin sürekliliği ve sonsuzluğunun yadsınmasının ifade biçimi olur; an kalıcılaşır, daha doğrusu zamanın yani hareket ve değişimin hükmünden kurtulur gibi olur ve fetişleşir. Bugün olan da budur. Yukarıda ısrarla belirttiğimiz gibi bu sığlık ve perspektif yokluğundan

kurtulmanın yolu yine olgu ve olaylara tarihsel ve bütünsel bakmak, böyle bir bakış alışkanlığı edinmektir.

Tarihe baktığımızda, bilimi ilerletmek isteyen güçlerle onun gelişimini kösteklemeye çalışan güçler arasında sürekli bir çatışma olduğunu ve bu çatışmanın, her dönemeçte daha belirgin bir biçimde yeniden karşımıza çıktığını görürüz. Her kritik ilerlemenin başlangıcında olumlu ilerici güçlerin öne geçtiklerini, sonunda ise cehaletin gerici güçlerinin yeniden boy gösterdiklerini gözleriz. Ta ki, yeni dönemece gelip bir sonraki sürece atlayana dek.

İçinde bulunduğumuz dönemin sorunları ve bunlarla bilimin ilerlemesi arasındaki zorunlu bağ, dikkatlerimizi ister istemez bilimin tarihsel yönüne yoğunlaştırmamız gerektiğini söylüyor. Çünkü, çağımız biliminde ve onun toplumsal bağlamında karanlıkta kalan ve anlaşılması güç olan ne varsa bunların kaynağı eski çağlardan günümüze gelen tutumlarda ve kurumlardadır. Bu yüzden günümüzde bilimin (ve teknolojinin) ne anlama geldiğini ve nasıl bir geleceğe sahip olduğunu kavrama doğrultusunda adım atabilmenin; bilimin (ve tekniğin) nereden gelip nereye gittiğini anlayabilmenin biricik yolu, ona tarihsel ve bütünlüklü bir pencereden bakmak; onu tarihsel ve toplumsal ilişkileri içinde irdelemek; kısacası, bilim ile toplum arasında tarih boyunca oluşa gelen karşılıklı etkileşimleri ayrıntılarıyla incelemektir. Karşılaştığımız güçlüklerin üstesinden gelebilmek ve bilimin sunduğu yeni olanakları insanlığın yıkımı değil mutluluk ve refahı yolunda kullanabilmek için günümüzdeki durumun nasıl ortaya çıktığını yeni bir bakışla bir kez daha incelememiz gerekiyor. Elinizdeki kitap da işte tam bunu yapıyor. Hem de bu alanın en yetkin kişisinin kaleminden.

Kenan Ateş, MD, PhD.
Ekim 2008

Teşekkür

Bana bu çalışmayı öneren ve gerekli bilgi kaynaklarına ulaşmamı sağlayan dostlarımın yardımları olmasaydı elinizdeki kitabı yazmam olanaksızdı. Dr. E.H.S. Burhap'a, Sayın Emile Burns'e, Profesör V.G. Childe'a, Sayın Maurice Cornforth'a, Sayın Cedric Dover'a, Sayın Palme Dutt'a, Dr. W. Ehrenberg'e, Profesör B. Farrington'a, Sayın Christopher Hill'e, Dr. S. Lilley'e, Sayın J. R. Morris'e, Dr. D.R. Newth'e, Dr. M. Ruhemann'a ayrı ayrı teşekkürlerimi sunmak istiyorum.

Onlar kitaptaki pek çok bölümü önceden gördüler, değerlendirdiler. Eleştirileri doğrultusunda bu bölümleri yeniden kaleme aldım. Ancak bunlardan hiçbiri yapıtın son halini görmedi; dolayısıyla burada dile getirdiğim görüş ve açıklamaların sorumluluğunun tamamen bana ait olduğunu belirtmek isterim.

Ayrıca, kitabın teknik hazırlıkları sırasında -ki oldukça ağır bir görevdi bu ve kitap neredeyse baştan sona, altı defa yeniden yazıldı- yardımlarını esirgemeyen sekreterim Bayan A. Rimel ve asistanları Bayan J. Fergusson ile Bayan R. Clayton'a özellikle teşekkür borçluyum.

Londra Üniversitesi, Kraliyet Topluluğu [Bilimler Akademisi-Royal Society] ve Birkbeck Kolej kütüphanelerinin çalışanlarına da teşekkür etmem gerek.

Son olarak, yorulmak nedir bilmeden sayısız kitap, pasaj vd. materyali inceleyen, el yazmalarını düzelten ve belgeleri gözden geçiren asistanım Francis Aprohamian'a şükranlarımı bildirmek istiyorum. Onun yardımları olmaksızın bu çapta bir kitap yazmaya asla cesaret edemezdim.

Önsöz

1948 yılında, Oxford Üniversitesindeki Ruskin Koleji'nde Charles Beard derslerini vermem istendi. Seçtiğim konu "Toplumsal Tarihte Bilim"di. Yıllardır ilgilenmekte olduğum bu konuyu, bu dalda uzmanlığı olmayan zeki bir dinleyici topluluğuna sunmakta zorluk çekmeyeceğimi düşünmüştüm. Dersleri vermeye başlayınca, dahası onları bir kitap haline getirme sorumluluğunu üstlenince, o ana kadar konu üzerinde yaptığım çalışmaların ve düşünsel yoğunlaşmanın yeterli olmadığını, çok daha fazlasını gerektiren bir konunun kapısını aralamış olduğumu gördüm. Bununla birlikte konu vazgeçip rafa kaldırılmayacak kadar çekici olduğundan, güçlüklerine karşı üzerine eğilmeye karar verdim. Bu azmin ilk ürünü, üç haftada tamamlamayı umduğum ama şimdiden altı yılımı almış olan bu kitaptır. Başlangıçta çözümün avucumun içinde olduğunu düşünürken, bilimin tarihteki yerine dair sorunların neler olduğunu yeni yeni anlamaya başladığımı şimdi fark ediyorum.

Geçmişte bilim insanları, kendilerinden hemen önce gelenlerin çalışmaları dışında tüm bir bilim birikimini göz ardı edebiliyor, hatta ilerlemeye yardımcı olmaktan çok engel oldukları gerekçesiyle geçmişin geleneklerini bütünüyle bir kenara bırakabiliyorlardı. Oysa bugün, yaşadığımız çağın sorunları ve bunlarla bilimin ilerlemesi arasındaki kaçınılmaz bağ, dikkatleri bilimin tarihsel yönüne yoğunlaştırmaktadır. Karşılaştığımız güçlükleri yenebilmek ve bilimin sunduğu yeni olanakları insanlığın yıkımı için değil mutluluğu yolunda kullanabilmek için bugünkü durumun nasıl ortaya çıktığını yeni bir bakış açısıyla incelememiz gerekiyor.

Son otuz yıl içinde, büyük ölçüde Marksist düşüncenin etkisiyle, doğa bilimcilerinin yalnızca araştırmalarında başvurdukları yöntemlerin değil, teorik yaklaşımlarına yön veren düşüncelerin de

toplumsal olaylar ve toplumsal basınç tarafından belirlendiği görüşü yaygınlık kazandı. Buna şiddetle karşı çıkanların yanı sıra onu canla başla savunanlar da oldu; ne var ki, bu tartışma sırasında, bilimin toplum üzerinde dolaysız bir etkisi olduğu görüşü gölgede kaldı. Benim amacım doğa bilimlerindeki ilerlemenin toplumsal ilerlemeyi -yalnızca bilimsel buluşların hayata geçirilmesiyle ortaya çıkan ekonomik değişiklikler bakımından değil, yeni bilimsel teorilerin genel düşünce tarzı üzerindeki etkisi yönünden de- ne ölçüde belirlemiş olduğunu bir kez daha vurgulamaktı.

Ne var ki, yalnızca bir icatlar ve hipotezler listesi çıkarıp, bunların ekonomik ve siyasal gelişmeleri nasıl etkilediğini örneklerle ortaya koymakla bu işin altından kalkamayacağımı çok geçmeden anladım. Bu, zaten fazlasıyla yapılmıştı. Yeni ve kayda değer bir çalışma ortaya koyabilmek için bilim ile toplum arasındaki karşılıklı ilişkilerin her yönüyle yeniden sorgulanması gerekiyordu. Yalnızca toplumun bilim üzerindeki etkilerini ele almak da bilimin toplum üzerindeki etkileriyle yetinmek de tek yanlı kalacaktı.

Araştırmayı yakın geçmişle sınırlamak da yeterli olmayacaktı. Amacımız, maddi değişikliklerin yaşam tarzı üzerinde Sanayi Devrimi'yle birlikte başlayan ve o günden bu yana artarak devam eden etkilerini saptamaktan ibaret olsaydı, bu kadarı yeterli gelebilirdi. Fakat bunun yanı sıra, bilimdeki ilerlemenin insanlığın tüm bir düşünce tarzını nasıl değiştirdiğini de görmek istiyorsak, evrenin niteliğine ilişkin Rönesans tartışmalarını ve daha da gerilere giderek, onların teorilerini dikkate alınmaksızın bu tartışmalara bir anlam vermenin olanaksız olduğu eski Yunan ve Roma düşünürlerinin görüşlerini de gözden geçirmek gerekiyordu.

Hikâyeyi en başından, insan toplumunun ilk ortaya çıkışından başlayarak okumaktan başka çare yoktu. Bu da, tüm toplumsal ve ekonomik tarihi, bilim tarihi ile ilişkisi içinde incelemeyi zorunlu kılıyordu. Bütün ömrünü tarih çalışmalarına adamış kimseler için bile tek başına altından kalkılabilecek bir iş değildi bu. Tarihsel araştırma teknikleri konusunda hiçbir eğitim almamış, işi başından aşkın bir bilim insanının, tarihin bu yanını tüm boyutlarıyla çözümleyip sunmaya kalkışması düpedüz haddini bilmezlik olurdu. Yine de, bu eksiklik

ve hatalar, çok daha güvenilir bir tablo çizmek için daha fazla zamanı ve uzmanlığı olan başkalarını bu yönde teşvik edecekse, alanın bu kabataslak bir taslağını çizme çabası kısmen mazur görülebilirdi. Kaldı ki, gerek bilimin, gerekse toplumsal değişimin kritik dönemlerinde bilimdeki gelişmeleri baştan sona izlememe, dahası bunların içinde yer almama olanak tanıyacak kadar uzun bir ömür sürmüş etkin bir bilim insanı olmam da bu sakıncaları dengeleyici bir yarar sağlıyordu. Gerçekten de bilimsel çalışma yürütme ve örgütlemede ve bu çalışmaların hem barış hem de savaş dönemlerinde pratik ihtiyaçları karşılamak için istendiğini ve bu doğrultuda kullanıldığını görmede ilk elden deneyim sahibi olmak gibi bir şansa sahip bulunuyordum.

İşte bu deneyimin ışığı altında, diğer çağlarda bilimin içinde ve dışında hüküm süren koşulları ve tutumları değerlendirmeye çalıştım. Burada kronolojik bakımdan dengeli bir tablo çizmeye kalkışmadım. 20. yüzyıl, bilimin öylesine muazzam bir atılım gösterdiğine ve öylesine hızlı ve etkili bir biçimde kullanıldığına tanık oldu ki -yalnızca penisilini ve atom bombasını örnek vermek yeter- 20. yüzyılda bilimin gelişimi üzerine değerlendirmeler, tek başına kitabın neredeyse yarısını kapladı. Burada çağın bilim insanı, tarihçiden daha farklı bir konumda değildir ve her okur, kendi deneyimlerine dayanarak eleştiride bulunabilir.

Bilim sözcüğü kitap boyunca çok geniş bir anlamda kullanıldı ve hiçbir yerde onu bir tanım içine sıkıştırmaya kalkışmadım. Doğrusu şu ki, bilim tüm insanlık tarihi boyunca sürekli nitelik değiştirdiğinden, ona bir tanım uydurmak olası değildi. Her ne kadar bilim adıyla anılan her şeye yer vermeye çalıştıysam da, kitabın asıl ilgi alanı doğa bilimleri ve teknolojidir; çünkü ileride sözü edilecek nedenlerden ötürü, toplumsal bilimler ilkin gelenek ve ayinlerde dışa vuruldular, daha sonra doğa bilimlerinin etkisiyle ve onları örnek alarak biçimlendiler. Teknikler, bilim ve felsefe arasındaki karmaşık etkileşim, sürekli karşımıza çıkacak olan bir temadır. Bilim, geçimlerini sağlamak için çalışan insanların kuşaktan kuşağa aktarılan yerleşik pratiği ile toplumun sürekliliğini sağlayan ve onu oluşturan sınıfların haklarını ve ayrıcalıklarını güvence altına alan düşünce ve gelenek örgüsünün arasında yer alan bir kavramdır.

Bilim, bir yönüyle düzenlenmiş teknik, diğer yönüyle akılcılaştırılmış [rasyonelleştirilmiş] mitolojidir. Yazılı tarihin büyük bölümü boyunca birbirinden ayrı kalan zanaatçı sırrı ile rahip hikmetinin ayırt edilmesi güç bir yönü olarak ortaya çıktığından, bilimin toplumda yerleşmesi ve bağımsız bir varlık kazanması uzun zaman almıştır. Tıpta, astrolojide ve simyada kendi uzmanlarına kavuşmasından sonra bile bu insanlar yüzyıllar boyunca zengin prenslere, papazlara ve tüccarlara bağımlı bir yaşam süren, küçük, asalak bir grup olarak kaldılar. Günümüzde, kendi çağımızda ise bilim insanını, işçiyi ve yöneticiyi bir kez daha bir araya getiren, her türlü pratik etkinliği ve düşünceyi kapsayan bilim aracılığıyla, insanlığın daha önceki durumuna dönülmeye başlandığına tanıklık ediyoruz.

Bilimin ilerleyişi zaman ve mekân bakımından farklılıklar gösterir. Hızlı gelişme dönemlerini daha uzun süren durgunluk, hatta çöküş dönemleri izler. Zamanın akışı içinde bilimsel etkinlik merkezleri sürekli olarak yer değiştirmiş, ticari ve sınaî etkinlik merkezlerinin göçlerinde başı çekmekten çok genellikle bu göçü takip etmiştir. Babil, Mısır ve Hindistan antik bilimin odak noktalarıydı. Yunanistan hepsinin ortak mirasçısı oldu ve bildiğimiz biçimiyle bilimin ilk akılcı [rasyonel] temeli orada ortaya çıktı. İnsan düşüncesinin bu ileri hareketi, klasik site devletlerinin nihai çöküşünden de önce sona erdi. Roma'da bilime çok az yer veriliyor, Batı Avrupa'nın barbar krallıklarında ise bilimin esamisi bile okunmuyordu. Eski Yunan'ın mirası ilk geldiği yere, Doğu'ya döndü. Suriye, Persiya [İran] ve Hindistan'da ve hatta daha da uzaklarda, Çin'de yeni bilim kıpırtıları belirmeye başladı ve hep birlikte İslam bayrağı altında parlak bir senteze ulaşıldı. Bilim ve teknik, Ortaçağ Avrupası'na bu kaynaktan girdi. Orada, başlangıçta yavaş olmakla birlikte sonunda modern bilimi doğuran büyük yaratıcı etkinliklerin patlak vermesine yol açan bir gelişme gösterdi.

Bizi Rönesans'ın devrimci bilimine kesintisiz ve etkin bir gelenek bağlıyorsa da, bu geleneğin gelişimini başlıca dört ilerleme dönemine ayırabiliriz. Merkezi İtalya olan birinci dönem Leonardo, Vesalius ve Kopernik'le birlikte mekanik, anatomi ve astronominin yeniden canlanmasını sağlarken, antik dönemin insana ve dünyaya

dair başlıca öğretilerinin sultasını da yıktı. Bacon, Galileo ve Descartes'le başlayıp Newton'la sona eren ikinci dönem, Aşağı Ülkeler'e [daha çok bugünkü Belçika, Hollanda ve Lüksemburg'u kapsayan bölge], Fransa ve İngiltere'ye yayılarak yeni bir matematiksel-mekanik dünya modeli sundu. Bir ara dönemin ardından, sanayi ülkesi İngiltere'yle devrimci Paris'i merkez alan ve bilime -elektronik gibi- Yunanlıların el sürmedikleri, yeni deneyim alanları açan üçüncü dönemi görüyoruz. İşte bundan sonradır ki bilim, enerji, makineler ve kimyasal maddeler aracılığıyla üretimde ve ulaşımda gerçekleştirilen köklü dönüşümlere belirleyici bir biçimde yardımcı olabildi. Kendine özgü entelektüel başarısı bakımından olmasa da yaygınlığı ve etkinliği açısından hepsinden önde gelen dördüncü dönem, çağımızın bilimsel devrimidir. Günümüzde, eski sanayileri dönüştürüp yenilerini yaratan, yaşamın bütün alanlarına nüfuz eden bir dünya biliminin doğuşuna tanıklık ediyoruz. Yine bugün, bu geçiş dönemi sırasında, bilimin gerek acımasız ve korkunç savaşlar sahnesinde, gerekse toplumsal devrimde doğrudan rol aldığını görüyoruz.

Bilimin bu görkemli dönemlerinden her birinin bir toplumsal ve ekonomik devrime karşılık geldiği artık biliniyor. Yunan bilimi, paranın egemen olduğu köleci demir çağı toplumunun yükselişini ve çöküşünü yansıtır. Uzun bir dönemi kapsayan Ortaçağ'a, bilime çok az ihtiyaç duyulan feodal ekonominin büyümesi ve istikrarsızlığı damgasını vurdu. Bilim, ancak burjuvazinin yükselişiyle feodal düzenin bağları koparılıp atıldıktan sonra ilerleme olanağı bulabildi. Kapitalizm ve modern bilim aynı süreç içinde doğdular. Modern bilimin evrim aşamaları, kapitalist ekonomide art arda yaşanan krizleri işaret eder. İlk iki dönem, kapitalist ekonominin, ilk savaşları ve Hollanda ile İngiltere'de kendini egemen ekonomi olarak kabul ettirmesiyle aynı zamana rastlar. Üçüncü dönem fabrika sistemini getirdi ve bilimle el ele veren ilerici bir kapitalizmin zaferinin habercisi gibi göründü. Son dönem gelip çattığında kapitalizm çoktan kartlaşmış ve tohuma kaçmıştı. Ve sosyalizmin yeni biçimi, bilimin artık kanıtlanmış olan güçlerini gerektiği gibi kullanmak üzere kapitalizmin yerini almak ve egemenliği ele geçirmek için açık bir mücadele yürütüyordu.

Ne var ki, bunları söylemek yalnızca sorunu ortaya koymaya yarar. Toplumsal ve bilimsel gelişme arasındaki bu kaba denklemler temel bir sorunu öne çıkarıyor: Toplumsal bir dönüşüm bilimi ayrıntılı olarak nasıl etkiler? Eski Atina, Rönesans Floransası veya 18. yüzyıl Birmingham ve Glasgow bilimine kendine özgü itici gücü ve yeniliği kazandıran şey neydi? Ya da, öte yandan o dönemlerin ve bölgelerin bilim insanlarının başarıları, çağdaşlarının sanayi, ticaret, siyaset ve dinleri üzerinde ne ölçüde etkili oldu? Bu etkinin ne kadarı geçici, ne kadarı kalıcıydı? Bu kitapta, işte bu soruları ele almaya ve yanıtlamaya çalıştım.

Bunu yaparken konuyla ilgili olabildiğince çok etkeni göz önünde bulundurmaya gayret ettim. Her bir dönemin teknik olanaklarını ve sınırlarını, atılan adımları daha da ileri götürecek, iyice yerleştirecek ve pekiştirecek ekonomik güdülerin derecesini saptamaya ve göstermeye çalıştım. Ancak, bu adımları atanlar cansız doğa güçleri değil kanlı-canlı insanlardı. Onların yaşamları, geçim kaynakları, amaçları, dönemin siyasal akımlarıyla ilişkileri tümüyle dikkate alınmalıydı. Eski geleneklerden veya dönemin canlı tartışmalarından edindikleri görüşlerin onları ne ölçüde teşvik ettiği veya ne ölçüde engellediği de bu insanların eserleri ve yazıları incelenerek ortaya konulmalıydı.

Bilimi ilerletmek isteyen güçlerle onun gelişimini kösteklemeye çalışan güçler arasındaki bu çatışma, her dönemeçte giderek daha belirgin bir biçimde karşımıza çıkmaktadır. Her kritik ilerlemenin başlangıcında olumlu ilerici güçlerin öne geçtiklerini, sonunda ise bilgiçlik ve cehaletin gerici güçlerinin yeniden boy gösterdiklerini görebiliriz. Ancak koşullar her seferinde birbirinden farklıdır ve ayrı ayrı ele alınıp incelenmeleri gerekir.

Bilimsel gelişmenin kritik aşamalarına basit açıklamalar getirebilmeyi ummak gülünç olurdu. Bununla birlikte, yalnızca toplumsal, teknik ve bilimsel etkenler arasındaki bağlantıları ortaya koymak bile, daha ileri bir çalışmaya ve formüle edilmemiş de olsa daha derin bir kavrayışa kapı aralamak açısından yeterli olacaktır. Geçmişe yaptığım bu yolculuğun, ister istemez bugünü kavrayışımı ve bilimin geleceğine ilişkin düşüncelerimi etkilediğinin farkındayım.

İnsanoğlunun el attığı tüm alanlar içinde belki de en çok bilimde, hiç tarih bilgisine sahip olmadan da ilerlemenin mümkün olduğu, hatta bunun büyük ölçüde gerçekleştiği doğrudur. Fakat tarih bilgisi bilimin gelecekteki yönelimini ve seyrini kesinlikle etkileyecektir ve eğer geçmişten ders çıkarılırsa, ilerleme daha hızlı ve güvenli olacaktır.

Bu kitap, geçmişin bu derslerinden hiç değilse bir kısmını düzene koyma yolunda bir ön girişim niteliği taşıyor. Ne başka bir bilim tarihi yazıyor, ne de böyle bir hedefi var; ancak o tarihin büyük bir bölümünü yeniden gözler önüne serme ve daha da fazlasına değinme gereği duyuyor. Bilimin gerek ekonomik değişimler, gerek egemen sınıfların ya da onların yerini almaya çalışanların düşünceleri üzerinde etkide bulunarak, tarihin diğer cephelerini ister doğrudan ister dolaylı olarak nasıl etkilediğini ortaya koymaya çalışıyor. Ancak, ileride de görüleceği gibi, genellikle tek yönlü olan bu etkilerin açık seçik olduğu anlar enderdir. Devlet ve din adamlarının en yeni bilimsel düşüncelerden kaynaklandığını sandıkları görüşler, çoğunlukla kendi sınıflarına ve çağlarına ait, kendileriyle aynı toplumsal etkilere maruz kalan bilim insanlarının zihinlerinde yansımasını bulan görüşlerdir. Newton ve Darwin'in İngiltere'deki etkisinin kesinlikle bu nitelikte olduğu söylenebilir; fakat bu, onların başka ülkelerde ve farklı bir toplumsal ortamda sunulduklarında devrimci bir nitelik kazanmalarını engellememiştir.

Bilimin toplumsal ve tarihsel etkileşimlerini inceledikçe, aralarında düşündüğümden çok daha sıkı bir bağ olduğunu gördüm. Kalkıştığım işin büyüklüğünü ve karmaşıklığını, tam anlamıyla ikna edici ve anlaşılır bir tablo sunmanın kesinlikle olanaksız olduğunu anlamaya başladım. Yeterince bilgi vermezsem basmakalıp çözümler dayatmakla suçlanabilirdim; çok fazla bilgi verecek olsam, bu sefer de okur bir yığın ayrıntı içinde yolunu kaybedecekti. Elimden geldiğince ikisinin ortasını bulmaya çalıştım; ancak kabul etmem gerekir ki ortaya koyabildiğim eser başlangıçta tasarladığımdan daha az belgeyle desteklenen, daha genel bir incelemenin ürünü oldu. Eser, sergilenen tarihin akışını okurun izleyebilmesi ölçüsünde başarılı olacaktır. Okurun, benim vardığım bir sonucu onaylamak ye-

rine, tarihe yeni bir gözle bakmasını, kendi keşiflerini yapmasını ve kendi teorilerini oluşturmasını diliyorum.

Kitabın boyutu ve zaman sorunu ciddi sınırlamalar getirdi. Bir ansiklopedi değil bir kitap yazmam ve bu işi belirli bir süre içinde bitirmem gerekiyordu. Kitaptaki eksiklerin bir kısmı -ki hiç kimse benden daha çok bu eksiklerin farkında olamaz- bu nedenden ve kitap üzerinde sürekli çalışma olanağı bulamadığım için kitabı düzensiz aralıklarla elime alıp sonra tekrar bırakmak zorunda kalmamdan kaynaklanıyor. Üzerine eğilmeye vaktim ve bilgi birikimim elverseydi, tarihsel ayrıntılarda düzeltmem gereken pek çok hata ve eksik bulunduğunu biliyorum. Dikkatli okurun bunlara işaret edeceğini, ama kendisinin özel bir uzmanlığa sahip olduğu bir alanda yanlışımı yakaladı diye bütün bir çalışmayı bir kenara atmayacağını umuyorum. Bana düşen, anlatımdaki boşluklardan doğan yanlışlar kadar belirli olgularla ilgili yanlışların da savunduğum tezlerin geçerliliğini temelden etkilememesini ummak. Hiçbir bilim insanı, vardığı yargıların uzun vadede yanlış çıkmasına karşı kendisini güvence altına alamaz; dahası böyle bir şeyi ciddi olarak isteyemez. Ümit edebileceği tek şey, benim de şu an yaptığım gibi, olgular arasında, sonradan yıkılsalar bile yeni olguların ve yeni bağlantıların bulunmasına temel oluşturacak kadar sağlam ve önemli bağlantılar kurabilmektir.

Kitabın taslağını, başlangıçta ona kaynak olan dersler belirlemişti. Sonra her bir ders önce bir bölüme, ardından da birkaç bölümü birden içeren bir kısma dönüştü. Giriş bölümü (Kısım I, Bölüm 1) başlıca sorunların ortaya konduğu, bilimin doğası ve yöntemi ile toplumdaki yerinin genel olarak ele alındığı bölümdür. Biraz soyut olması nedeniyle, bilim insanı olmayan okurların bu bölümü tarihsel ve betimleyici bölümlerden sonra okumaları önerilebilir. Kitabın ilk yarısını meydana getiren söz konusu II., III., IV. ve V. kısımlarda, insan toplumunun ilk ortaya çıkışından 20. yüzyılın arifesine gelinceye dek yaşanan tüm bir tarihsel süreç ele alındı. II. kısmın 2., 3. ve 4. bölümlerinde, teknikten ve toplumsal gelenek içindeki öncellerinden Yunanlıların elinde tam ifadesini buluncaya kadar geçen süre içerisinde bilimin doğuşu incelenmektedir. Bu ilk çaba, Roma İmparatorluğu'nda boğularak bilimin gelişimi engelleniyor. III. kı-

sımdaki 5. ve 6. bölümlerin konusu ise, bilim ve teknolojinin kısmen Yunan'dan, kısmen Hindistan'dan ve kısmen de Çin'den esin alarak İslamiyet ve Hıristiyanlık aracılığıyla Ortaçağ'ın sonuna kadar yavaş yavaş gelişmesidir.

Tek bir bölümden (7. bölüm) oluşan IV. kısmın konusu, Rönesans diye anılan büyük devrim çağında çağdaş bilimin doğuşudur. Bu kısım, 17. yüzyılda genç ve iddialı bir kapitalizme bağlı yenilenmiş bir bilimle sona erer. V. kısmın 8. ve 9. bölümleri, 19. yüzyılın sonlarındaki aldatıcı altın çağıyla sona eren kapitalizmin egemenliği döneminde, temelleri sağlam bir bilimin yayılışını ve sanayi devrimine katkısını anlatmaktadır.

Kitabın ikinci kısmı [bu çeviride ikinci cilt - ç.n.] neredeyse tamamen 20. yüzyıla ve büyük oranda da çağdaş bilime ve siyasete ayrıldı. Bilimin kapsamının bu dönemde olağanüstü genişlemesi ve bunun toplumsal tablo üzerinde çok daha güçlü ve doğrudan bir etkisi olması nedeniyle bu kısımda bölümlere ayırma işini zamana değil konuya göre yapmak gerekti. VI. kısımdaki Giriş'in ardından 10. bölümde fizik bilimleri ele alındı; elektronik ve -gerek olumlu gerek olumsuz anlamda- kimya sanayilerinin gelişimi ve atom bombasının doruğa ulaşan başarısı incelendi. 11. bölümde biyoloji bilimlerini ve bunların tarım, tıp ve savaş üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. 12. ve 13. bölümlerde toplum bilimlerinin tartışmalı alanına girildi. Sürekliliğin sağlanabilmesi için konunun 20. yüzyılın sınırları ötesine geçilerek geriye doğru izlenmesi gerekiyordu. Tarihsel bölümlerin hepsinde (2-13) uygulanan plan, önce sırasıyla her bir dönemin toplumsal ve bilimsel gelişimini sunmak, ardından bunlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak biçiminde oldu. VII. ve son kısımda yer alan 14. bölüm, bütün bir tarihi özetleyip ondan geleceğe dönük bir gözle sonuç çıkarmaya çalışmaktadır.

Kapsamın alabildiğine geniş olduğu ortada; ne var ki, hedeflenen sonuçlara ulaşabilmek için bu gerekliydi. Kısmi bir açıklama veya ayrıntılara boğulmuş bir inceleme sunulan tablonun bütününü ortaya koyamazdı. Böyle bir anlatı kaçınılmaz olarak o olayların öncesinde, sonrasında ve sırasında olagelenleri gözden kaçıracaktır. Bu kitabın amacı, işte bu gözden kaçırılanların sorgulanması ve gözler önüne

serilmesidir. Çok eski ve belirsiz kaynakları bile göz ardı edemezdik; çünkü ileride göstermeyi umduğum gibi, çağımızın biliminde ve onun toplumsal bağlamında karanlıkta kalan ve anlaşılması güç olan ne varsa bunların kaynağı o eski çağlardan günümüze kadar gelen tutumlara ve kurumlara dayanır.

Burada daha fazlasını yazmama gerek yok. Hedefime ulaşıp ulaşamadığım ve bunun ele almaya değer bir iş olup olmadığının tek ölçütü elinizde tuttuğunuz kitabın kendisidir.

J.D.B.
Londra, Nisan 1954,

I. KISIM

BİLİMİN ORTAYA ÇIKIŞI VE KARAKTERİ

1. Bölüm

Giriş

Bu kitap, bilimin gelişimi ile insanlık tarihinin diğer cephelerinde görülen gelişmeler arasındaki ilişkileri tanımlama ve yorumlama çabasıdır. Başlıca amacı, bilimin toplum üzerindeki etkisinden kaynaklanan bazı temel sorunların kavranmasına yardımcı olmaktır. Bugün içinde yaşadığımız uygarlık, maddi bakımdan bilim olmadan var olamazdı. Bilim, uygarlığın düşünsel [entelektüel] ve ahlaki [moral] yönleriyle de yakından ilgilidir. Bilimsel düşüncelerin yayılması, tüm bir insanlığın düşünüş tarzının yeniden yoğrulup biçimlenmesinde belirleyici bir rol oynadı. Özellikle günümüz savaşlarında ve insanlığın özlemlerinde bilimin sürekli ve giderek genişleyen bir yer tuttuğunu görüyoruz. İnsanlar bir yandan atom bombası veya kimyasal silahlarla yok edilme korkusu içinde yaşarken, diğer yandan bilimin tarım ve tıpta kullanılmasıyla daha iyi ve daha sağlıklı bir yaşam sürme umudunu taşıyorlar. Dünyanın ideolojik bakımdan birbirinden son derece farklı iki büyük kampa ayrılması da bir yanıyla bilimin bir sonucudur. Bu kamplaşma, bilimin amaçları ve yöntemleri konusunda çok farklı görüşlerin ortaya çıkmasına yol açıyor.

Olayların gidişi, bilim konusunda şu türden sorunları giderek daha ısrarlı bir biçimde önümüze getiriyor: Bilimin toplum yararına kullanılması, bilimin askerileşmesi, bilimin devlet yönetimleriyle ilişkisi, bilimsel sır, bilim özgürlüğü, bilimin eğitim ve genel kültürdeki yeri... Peki, bu sorunlara nasıl bir çözüm bulunacak? Bu sorun-

ları kabul edilmiş ilkelere veya genel geçer doğrulara başvurarak çözme girişimleri şimdiye kadar yalnızca kargaşaya yol açtı. Bunlar, örneğin "bilim insanının bilim geleneği, insanlık ya da devlet karşısındaki sorumluluğu nedir?" sorusuna açık bir yanıt veremiyor. Hızla değişen bir dünyada bir daha geri gelmemek üzere tarihe karışıp yok olmuş bir toplumdan olduğu gibi aktarılan görüşlerle bir yere varılması düşünülemez. Ancak bu, söz konusu sorunların çözümsüz olduğu anlamına gelmediği gibi, günümüz kapitalist ülkelerinin aydınlarına özgü karamsarlık ve akıl-dışılık [irrasyonelite] zaaflarına düşmeyi de gerektirmez 1.30. Bu sorunlar er ya da geç çözülmek zorundadır ve bunlara ancak bilimin insanlığa en yararlı olacak biçimde ve onunla uyum içinde kullanılıp geliştirilmesi sürecinde çözüm bulunacaktır. Daha şimdiden, bilimin bilinçli bir biçimde kalkınma ve refah uğruna kullanıldığı ülkelerde bu yolda büyük deneyimler kazanıldı. Hatta İngiltere ve Amerika'da bilimin savaş ve savaş hazırlıkları sırasında kullanılmasının sağladığı deneyimler, bilim insanlarına barış ortamında neler yapılabileceğine ilişkin bir şeyler öğretti *1.2.285.*

Ancak, deneyim tek başına yeterli değildir; hatta tek başına asla bir şeye etki edemez. Bilinçli veya bilinçsizce, insanlık kültürünün genel dağarcığından beslenen teori ve tutumlar tarafından yönlendirilmesi kaçınılmazdır. Bu, bilinçsizce gerçekleşirse geleneğe körü körüne bağlanılmış olacak ve değişen koşulların geçersiz kıldığı çözüm girişimlerinin tekrarından öteye gidilemeyecektir. Bilinçli olarak yapıldığında ise, her yönüyle bilimin toplumla ilişkisi üzerine daha derin bir bilgi içermek zorundadır; en başta da bilim ve toplum tarihinin bilinmesini gerektirir. Günümüzü anlamak ve geleceğe yön vermek için geçmişin incelenmesi, bilim açısından insanlara özgü diğer kurumlara nazaran çok daha önemlidir.

Bu görüş, en azından yakın zamana kadar, etkin bilim insanlarından pek az destek gördü. Doğa bilimlerinde, özellikle de fizik bilimlerinde, en son elde edilen bilginin geçmişin bütün bilgilerinin yerini aldığı ve onları geçersiz kıldığı görüşü egemendir. Aynı şekilde, gelecekteki bilginin de bugünkünü geçersiz kılacağı, ancak şu an için elimizde olanın en elverişli olduğu kabul edilir. İşe yarar

tüm eski bilgiler bugünkü bilgide özümsenmiştir; geriye kalanlar cehaletin yanılgılarıdır sadece. Kısaca, Henry Ford'un deyişiyle, "Tarih zırvalıktır."

Neyse ki günümüzde, giderek daha fazla bilim insanı, tarihi önemsemeyen ve dolayısıyla bilimin toplumdaki yerini akılcı bir yöntemle değerlendirmeyi savsaklayan bu tutumun ne gibi sonuçlar doğurduğunu görmeye başlıyor. Bilim insanlarının, tüm saygınlıklarına karşın bilimin iyiye olduğu kadar kötüye de kullanıldığı çağımızın büyük dramasında kör ve çaresiz piyonlar olmalarını sadece bu bilgi önleyebilir. Yakın geçmişte bilim insanları ve genel kamuoyu, bilimin yaşama geçirilmesiyle birlikte insanlığın kendiliğinden refah ve mutluluğa doğru kararlı adımlarla ilerleyeceği kanısına varmışlardı. Bu görüş, çok eski değildir. Bu, Roger Bacon'un yaşadığı dönemde devrimci ve tehlikeli bir görüşken, 300 yıl sonra Francis Bacon tarafından ilk kez kendinden emin bir biçimde ileri sürüldü. Bu ilerleme düşüncesi, ancak Victoria döneminde, Sanayi Devrimi'nin meydana getirdiği muazzam ve ilerici değişiklikler sonucunda ikna edici ve uzun ömürlü bir doğru -neredeyse bir klişe- halini aldı. Kuşkusuz, bilimin sağladığı gücün, toplumsal alanda barışçıl, güven verici ve kesintisiz bir ilerlemeye yol açmaktan çok, uygarlığı ve hatta yaşamın kendisini yeryüzünden silmeye muktedir olduğunun görüldüğü bu acımasız ve ürkütücü günlerde durum tamamen farklı. Kuşku her yere öylesine sızmış durumda ki, bugün kimi neo-Maltusçular, aşırı kalabalık bir gezegende hastalıklara çare bulmanın bile tehlikeli olabileceği kaygısını taşıyorlar.

İster insanlığın yararına kullanılsın, ister zararına, günümüzde bilimin önemini vurgulamak artık gereksiz. Ama işte tam da bu öneminden dolayı onu kavramak zorundayız. Bilim, uygarlığımızı her yönüyle ve hızla dönüşüme uğratan bir araçtır. Ve gelişiyor; üstelik geçmişte olduğu gibi ağır ağır ve hissedilmez bir biçimde değil, hızla, büyük ve kararlı adımlarla ve herkesin gözleri önünde gelişiyor. Uygarlığımızın dokusunun muazzam bir değişime uğradığını yaşayarak gördük ve her geçen yıl daha büyük bir hızla değiştiğine tanık oluyoruz. Bunun nasıl gerçekleştiğini anlamak için bilimin şu anda ne yaptığını bilmek yetmez. Bilimin bugünkü durumuna nasıl geldi-

ğinin, birbiri ardına gelen toplum biçimlerine nasıl yanıt verdiğinin ve yeri geldiğinde o toplumların şekillenmesine nasıl bir katkı sunduğunun da bilincinde olmak gerekir.

Bazıları, bilimin yaşamımızı giderek daha fazla etkilemesine bakarak bilim insanlarının kendilerinin uygarlığın işleyişini etkili bir biçimde denetimleri altında tuttuklarını varsayıyor ve dolayısıyla çağımızın kötülük ve felaketlerinden herkesten önce ve doğrudan doğruya onları sorumlu tutuyorlar. Bilim alanında çalışanların pek çoğu bu yargının gerçeklerden ne kadar uzak olduğunu yeterince iyi bilir. Çalışmalarından ne şekilde yararlanıldığı konusunda bilim insanının neredeyse hiç söz hakkı yoktur. Bu nedenle, bilim insanının sorumluluğu salt ahlaki bir sorumluluk olarak kalır. Kaldı ki, hiçbir çıkar gözetilmeden ve doğuracağı sonuçlara bakılmaksızın gerçeği arama kavramı yüceltilerek, bilim geleneğinde çoğunlukla bu ahlaki sorumluluktan bile kaçınılır. Bu kolaycı kaçış, ileride göreceğimiz gibi, genel toplumsal ilerleme -büyük ölçüde bilim sayesinde- gündemde kaldığı sürece pekâlâ işe yarayabiliyordu. Böylece bilim insanı, kendisini günün revaçta olan ekonomik ve politik eğilimleriyle kolayca özdeşleştirebiliyor ve özgürce seçtiği yolda ilerlerken yalnız bırakılmaktan mutluluk duyabiliyordu. Ne var ki yokluğun, sefaletin ve korkunun giderek arttığı ve bilimin savaşın çirkin manzarasının giderek daha doğrudan bir parçası haline geldiği bir dünyada bu tutum geçerliliğini yitirmektedir. Günümüzde bilim insanının ahlaki sorumluluktan kaçınması güçtür.

Bunun alternatifi sorumsuzluk değil, daha bilinçli ve daha etkin bir toplumsal sorumluluktur. Bilim, bir taraftan bilim insanının tümüyle onaylayabileceği hedefler doğrultusunda sanayinin, tarımın ve tıbbın planlanmasına belirgin bir biçimde katkıda bulunabilir; bir taraftan da tüm insanların yaşamlarının ve işlerinin ayrılmaz bir parçası olacak ölçüde yoğunlaştırılıp dönüştürülebilir.

Toplumsal bakımdan sorumsuz bir bilimden toplumsal sorumluluğu olan bir bilime geçiş daha yeni başlıyor. Doğası ve yol açıcı ilkeleri [directive] henüz tam olarak belirlenmedi. O, bireysel açgözlülüğe dayalı bir ekonomiden ortak refaha yönelik bir ekonomiye geçişi sağlayacak büyük toplumsal dönüşümlerin yalnızca tek ama

yaşamsal bir yönüdür. Söz konusu dönüşüm tüm bir insanlık tarihinin en önemli değişimlerinden biri olacaktır. Bu nedenle, sınırsız olanaklara olduğu kadar büyük değişimlere de gebe olan bu değişimin enine boyuna tartışılıp anlaşılması şarttır. Bu dönüşümü en iyi biçimde gerçekleştirme ve onun her aşamasında bilimin akıl yolunda kullanılmasını sağlama gereği, bilim ile toplum arasındaki geçmiş ilişkileri incelemek için sağlam bir neden sunmaktadır; zira bu sorun, ancak böylesi bir inceleme sonucunda yeterince anlaşılabilir.

Bilimin yönleri

Bu araştırmaya başlamadan önce, bilimin kendi anlamı ve kapsamı üzerinde bir parça durmak gerekiyor. İşe bilimin tanımı ile başlamak kuşkusuz son derece doğal ve uygun görülebilir. Profesör Dingle, *Bilimin Toplumsal İşlevi [The Social Function of Science]* isimli kitabım hakkındaki kapsamlı eleştiri yazısında böyle yapılmasını istiyor. Ona göre, yazar,

> "bu fenomeni teşhis etmeli ve sahip olabileceği herhangi bir işlevin ya da başka fenomenlerle arasında bulunabilecek herhangi bir ilişkinin ötesinde ne olduğunu açık bir biçimde ortaya koymalı; ondan sonra toplumsal yaşamda oynadığı veya oynayabileceği rolü incelemeye girişmelidir."

Deneyimlerim ve bilgim bana, böylesi bir yöntemin yararsız ve anlamsız olduğunu gösterdi. Bilim öyle eski, tarihi boyunca öyle çok değişikliklere uğramış ve diğer toplumsal etkinliklerle her noktada öylesine iç içe geçmiştir ki, girişilecek her bir tanım çabası -ki şimdiye dek pek çok tanım yapılmıştır- yalnızca, gelişimi sırasında, bilimin herhangi bir dönemde sahip olduğu görünümlerinden birini, çoğunlukla da önemsiz birini, ifade edebilecektir. Einstein bu noktayı kendine özgü üslubuyla şöyle dile getirir:

> Mevcut ve tamamlanmış haliyle bilim, insanoğlunun bildiği en nesnel olgudur. Ama oluşmakta olan bilim, varılmak istenen bir hedef olarak bilim, insanoğlunun bütün diğer uğraşları kadar öznel ve psikolojik etkenlere bağlı bir etkinliktir;

öyle ki, 'Bilimin amacı ve anlamı nedir?' sorusuna çeşitli dönemlerde, değişik insanlarca birbirinden oldukça farklı yanıtlar verilmiştir.

Eşi benzeri bulunmayan ve yinelenmesi olanaksız toplumsal evrim sürecinin ayrılmaz bir parçası olan insan etkinliğinin eksiksiz ve kesin bir biçimde tanımlanması söz konusu olamaz *1.4.*

Bilim, doğası gereği, diğer bütün insan uğraşılardan daha değişkendir. Aynı zamanda, insanlığın en hızlı değişen, son başarılarından biridir. Kendi başına var olmaya başlayalı da uzun zaman olmamıştır. Uygarlığın şafağında bilim büyücünün, aşçının ya da nalbandın yaptığı işin bir yönünü oluşturuyordu yalnızca. Ancak, 17. yüzyılda bağımsız bir statü kazanmayı başardı ki bu bağımsızlığın kendisi de, olsa olsa geçici bir evre olabilir. Belki de gelecekte bilimsel bilgi ve yöntem toplumsal yaşamın tümüne öylesine nüfuz edecek ki, bilim bir kez daha tek başına ayrı bir varlık olmaktan çıkacaktır. Bilimi tanımlamak özünde olanaksız olduğundan, bu kitapta bilim olarak neyin incelenmekte olduğunu açıklayabilmenin tek yolu kapsamlı ve ayrıntılı bir betimleme olacaktır. İlerdeki bölümlerde bunu yapmaya çalışacağım. Ancak burada, daha ayrıntılı bir incelemeye ipucu olması bakımından, bilimin günümüz dünyasında kendini gösterdiği belli başlı cepheleri birkaç sözcükle çözümlemeye çalışalım:

Bilim, bir kurum *(1.1)*; bir yöntem *(1.2)*; birikmiş bir bilgi geleneği *(1.3)*; üretimin sürdürülmesi ve geliştirilmesinde ana bir etken *(1.4)*; ve evrene ve insana dair inanç ve tutumları bilinçlendiren en güçlü etmenlerden biri *(1.5)* olarak ele alınabilir. Bölüm 1.6'da, bilim ile toplum arasındaki etkileşime değinilmektedir. Bilimin bu farklı yönlerini tek tek sıralayarak birbirinden ayrı bu kadar çok "bilimler" olduğunu söylemek istemiyorum. Zaman bağıntısı ve kategori bakımından böylesine geniş kapsamlı bir kavram söz konusu olduğunda çok yönlülük kaçınılmazdır. Bilim ya da bilimsel sözcüğü, kullanıldığı içeriğe göre çok sayıda farklı anlamlara sahiptir. Profesör Dingle, bunlardan on tanesini kitabımdan bulup çıkarma zahmetine katlanmış. Sözünü ettiği örneklerin birinde, bilim ile konusu pratik uygulamanın derecesi olan mühendislik karşılaştırılarak araların-

daki fark ortaya konmakta; bir diğerinde ise doğrulama aracı olan bilimsel yöntemle keşfin sezgisel niteliği arasındaki karşıtlığa dikkat çekilmektedir. Bunların hepsi, bilim sözcüğünün belli başlı kullanımlarıdır; ancak tüm bunlardan eksiksiz bir anlam çıkarabilmek için bilimin genel gelişim tablosu içinde onları bir araya getirmek ve birbirlerine bağlamak gerekir. Yukarıda sıralanan görünümler arasında "bir kurum olarak bilim" ve "üretimde bir etken olarak bilim" tanımları neredeyse yalnızca modern zamanlara özgüdür. Bilimin yöntemi ve inançlar üzerindeki etkisi eski Yunan'a, hatta daha da eskilere gider. Anne babadan çocuğa, ustadan çırağa aktarılan bilgi birikimi geleneği bilimin asıl kaynağıdır; kökleri insanlığın ilk dönemlerine uzanır. Bilimin bir kurum olarak kabul edilebileceği ya da sağduyu ve geleneksel eski bilgiden ayrı bir yöntem geliştirebildiği çağların çok öncesinden beri var olagelmiştir.

1.1. BİR KURUM OLARAK BİLİM

Bilimin on -hatta yüz- binlerce insana iş olanağı sağlayan bir kurum olması çok yenilere dayanır. Bilim mesleği, önem bakımından ancak 20. yüzyılda, kendinden çok daha eski olan kilise ve hukuk meslekleriyle karşılaştırılabilecek bir konuma ulaşabildi. Ayrıca, tıp ve mühendislikle ilişkili olmakla birlikte, giderek onlardan ayrı bir meslek olarak görülmeye başlandı. Bu arada tıp ve mühendislik de geleneğe daha az bağımlı ve bilimden daha çok beslenen bir duruma geldiler. Bilimin, uzmanlaşmış mesleklerle giderek gelişen ilişkisi, onun toplumun ortak uğraşlarından ayrılması olgusunu pekiştirmektedir.

Bu ayrılığın kökeni ve bunun bilimin ekonomik işlevleriyle bağlantısı üzerine ileriki bölümlerde söyleyecek çok sözümüz olacak. Burada, söz konusu kopuşun en belirgin biçimiyle kapitalist ülkelerde görüldüğü gerçeğine dikkat çekmemiz yeterli. Bir bilim dalıyla uğraşmayan pek çok kimsenin gözünde bilim, belli türden insanların, bilim insanlarının sürdürdüğü bir etkinliktir. Sözcüğün kendisi de çok eski değil. "Bilim insanı [scientist]" kavramı ilk kez 1840 yılında *Tümevarımcı Bilimlerin Felsefesi [The Philosophy of Inductive Sciences]* adlı yapıtında Whewell tarafından kullanıldı: "Genel olarak bilim üretiminde

bulunan insanları tanımlayacak bir isme çok ihtiyacımız var. Ben onlara 'bilim insanı' denilmesinden yanayım." Bunlar, kimileri karanlık ve erişilmez laboratuvarlarda tuhaf aletlerle çalışan; kimileri karmaşık hesaplama ve tartışmalara kafa yoran ve hepsi de sadece meslektaşlarının anlayabildiği özel bir dille konuşan farklı türden insanlar olarak görülürler. Doğrusu bu görüşte bir parça haklılık payı da yok değil. Bilimin giderek gelişmesine ve günlük yaşantımızı çok daha fazla etkilemesine karşın, bu onu daha kolay anlaşılır kılmıyor. Çeşitli bilim dallarının mevcut uygulayıcıları, zaman içinde âdeta süzülerek bambaşka bir âleme geçtiler; keşfettikleri yeni şeyleri ve ilişkileri tanımlamak için özel diller yaratmayı zorunlu gördüler ve çalışmalarının en ilginç yanlarını bile olağan dile çevirme zahmetine girmediler. Bilim daha şimdiden, uzun bir eğitim ve çıraklık da içinde olmak üzere seçkin bir mesleğin sahip olduğu öyle çok nitelik kazandı ki, bir bilim insanını tanımak bilimin ne olduğunu bilmekten çok daha kolay hale geldi. Gerçekten de bilim, kestirmeden gidersek, *bilim insanlarının yaptıkları şey* olarak tanımlanabilir.

Bilimin kolektif ve örgütlü bir yapı olarak kurumlaşması yeni bir olgudur; fakat bilim henüz bireylerin birbirinden kopuk çabalarıyla ilerlediği dönemden başlayarak günümüze dek ekonomik bir nitelik taşımıştır. Bununla birlikte, bilim, pratiğinin doğrudan doğruya ekonomik bir değerinin olmaması nedeniyle öteki mesleklerden ayrılır. Hukukçu bir davayı savunur ya da hüküm verir; hekim hastaları sağlıklarına kavuşturur; papaz nikâh kıyar ve ruhları teselli eder; mühendis köprü veya çamaşır makinesi tasarlar vb. –tüm bunlar insanların karşılığını anında ödemeye hazır oldukları işlerdir. Pazarın kaldırabileceği ölçüde istedikleri ücreti talep edebilirler. Bu yanıyla özgürdürler. Bilimin doğrudan kullanıma sokulamayan ayrı ayrı ürünleri satılabilir şeyler değillerdir; ama toplamda ve görece kısa bir zaman içinde tekniğin ve üretimin bir parçası haline gelerek tüm diğer mesleklerin hep birlikte ortaya çıkarabileceğinden daha fazla zenginlik yaratabilirler. Dolayısıyla, yaşamını nasıl sürdüreceği sorunu öteden beri bilim insanının başta gelen kaygısı olmuştur. Bu sorunu çözmenin güçlüğü geçmişte bilimsel gelişmeyi köstekleyen ve daha az ölçüde olmakla birlikte günümüzde de kösteklemeye devam eden başlıca nedendir.

Eski çağlarda bilim, büyük ölçüde, varlıklı ve boş zamanı olan insanların ya da köklü mesleklerden hali vakti yerinde kimselerin bir yan uğraşı durumundaydı. Profesyonel saray müneccimininin aynı zamanda sarayın hekimi olması olağandı. Bu nedenle bilim, kaçınılmaz olarak üst ve orta sınıfların tekelinde bulunuyordu. Bilimin görevleri de, ödülleri de, en nihayetinde zamanla daha önem kazanan bilim kurumunun kendisi de içinde olmak üzere toplumsal kurumlardan ve geleneklerden çıkar. Bu zorunlu olarak bilimin aşağılanması anlamına gelmez. Bilimin toplumsal yönelimi, hiç değilse askerileşmeye doğru sürüklendiği yakın zamana değin genel ve olağandı. Yaratıcı bir beyine, onun dikkatini ulaşılabilir bir deneyimin sınırlı yanlarına çekmeye zorlayarak yardımcı olabilirdi. Keza, ileride göreceğimiz gibi, 20. yüzyıldaki antibiyotik araştırmalarında olduğu gibi, boylamlarla ilgili araştırmalar 17. ve 18. yüzyıl fizik ve astronomisinde verimli bir toplumsal yol açıcıydı.

Bilim için asıl alçaltıcı olan, bireysel kâra ve yıkım araçlarına yapabileceği katkılar nedeniyle değer gördüğü bir toplumda baş gösteren hüsran ve sapkınlıktır. İçinde yaşadıkları toplumun yalnızca bu amaçla bilime destek verdiğini gören ve başka bir toplum düşleyemeyen bilim insanlarının, bilimin toplumsal yöneliminin ille de kötü bir şey olduğuna içtenlikle ve kuvvetle inanmaları doğaldır. Onlar, bilimin salt bilim için yapıldığı ve gerçekte asla var olmamış ideal bir devlete geri dönme özlemiyle yaşarlar. G. H. Hardy'nin saf matematik tanımı bile –"Bu konunun pratik bir yararı yoktur; diğer bir deyişle, insanların yaşamlarının yok edilmesine doğrudan destek vermek ya da gelir dağılımındaki mevcut eşitsizliklere dikkat çekmek için kullanılamaz"– gelişen olaylar tarafından yalanlanmıştır. Zira savaş sırasında ve savaştan sonra ortaya çıkan bu her iki sonuç da doğrudan doğruya bu bilim dalındaki çalışmalardan doğdu. Aslında birey olarak bilim insanı daima farklı üç tür insan grubuyla yakın ilişki içinde çalışmak zorunda kalmıştır; patronları, meslektaşları ve halkı.

İster zengin bir birey, ister bir üniversite, isterse bir tekel veya devlet bakanlığı olsun, patronun işlevi bilim insanının yaşamını sürdürebilmesi ve çalışmalarını yürütebilmesi için gerekli parayı sağ-

lamaktır. Bunun karşılığında, yapılan iş üzerinde söz sahibi olmak ister; özellikle de nihai amacı ticari bir kazanç veya askeri bir başarı elde etmekse. Yok, eğer sırf yardımsever olduğundan ya da saygınlık veya reklam için bu işe girişmişse, bu durumda görünürde işe daha az müdahale edecek, yalnızca sonuçların daha göz kamaştırıcı olmasını, fazla rahatsız edici olmamasını isteyecektir.

Sosyalist bir toplumda, patronun işlevi, fabrika veya çiftlik laboratuvarlarından tutun akademi enstitülerine kadar her düzeydeki halk hükümeti organları tarafından üstlenilir ve süreç içinde köklü bir dönüşüme uğrar. Böyle bir hükümet, sorunları uzun erimli bir biçimde, gelecekteki etkilerini de göz önünde bulundurarak ele alacağından ve gerçekten de öyle ele almak zorunda olduğundan, bilim insanlarının çalışmalarına özü gereği değer verilir. Onların geçimlerinin sağlanması, çalışmalarında her türlü kolaylık ve desteğin sunulması, ulusal ve yerel bütçelerin öncelikli giderleri arasında yer alır. Bunun karşılığında bilim insanlarından toplumsal sorumluluklarını, yani daha iyi bir topluma ulaşma yolunda elbirliği içinde çaba göstermeleri gerektiğini anlamaları ve çalışmalarını bu doğrultuda, hem kısa hem de uzun vadede en iyi sonucu alacak biçimde düzenlemeleri beklenir.

Genel olarak, bilim insanı, projelerini patrona "satmak" zorundadır; bununla birlikte, meslektaşlarından bazılarının, bağlı bulundukları çeşitli enstitü ve bilim toplulukları aracılığıyla dile getirecekleri sözsüz (zımni) desteklerini almadan bunu yapması güçtür. Bu gibi kurumların görevi bilimin entelektüel düzeyini yüksek tutmaktır; ne var ki, bilim etkinliğinin planlı olarak yürütüldüğü toplumlar dışında, ne bilimsel inceleme alanlarını ne de bu alanlarda ne kadar çalışma yapılması gerektiğini saptamakta fazlaca bir söz hakları vardır.

Son tahlilde, bilimin anlamı ve değeri üzerinde nihai yargıya varacak olan halktır. Seçkin bir azınlığın elinde sır olarak saklandığı toplumlarda bilim, ister istemez egemen sınıfın çıkarlarına bağlı olur ve halkın gereksinmeleri ve yeteneklerinden doğan kavrayış gücü ve esinlenmeden yoksun kalır. Piskopos Sprot, *Kraliyet Topluluğu'nun Tarihi [History of the Royal Society]* adlı yapıtında (1667), kendisine şu soruyu sorar: "Böylesi iniş çıkışlar neden, *insanların beyinlerinin* [ürünü] *bilimleri* ile karşı karşıya gelip, *ellerinin* [ürünü] *sanat-*

*larında*n daha fazla yaralamıştır?" Ve şu sonuca varır: "Çünkü bilim, bizzat filozofların kendileri tarafından dünya dışına "sürüldü"... Oysa başlangıçta toplumun ortak düşünceleriyle daha fazla içli dışlı olmuş ve *insan* yaşamının tüm durumlarında daha yakından yardım etmiş olsaydı, hiç kuşkusuz, en *etkin* ve en *cahil* zamanda bile gerekli ve korunmaya değer görülecekti. *Çiftçilik, bahçıvanlık, demir-çelik yapımı, balıkçılık, gemicilik* sanatları ve benzeri pek çok gerekli el sanatı gibi o da barbar halkların hışmından kurtulmuş olacaktı." Bilimin, kapitalizmin gelişiminin daha ileri aşamalarında görüldüğü gibi, kol emeğinin çalışma koşullarını daha da ağırlaştırmak, işsizlik yaratmak ve savaş çıkarmak için kullanılmış olması da buna eklenirse, işçilerin bilime karşı duydukları kuşku ve korku ister istemez artar. Bu tarzda gelişen bilim, her yönüyle halkçı bir hareketin anlaşılır ve değerli bir parçası haline geldiğinde taşıyacağı potansiyelle karşılaştırıldığında sınırlı bir bilimdir; hatta yarım bir bilim bile değildir.

Bir kurum olarak bilimin doğru dürüst anlaşılabilmesi ancak bilimin daha eski köklerinden başlayarak incelenmesiyle mümkün olabilir. Bunun için, bilimin özellikle son yıllarda geçirdiği değişimleri incelemek ve bir kurum olarak diğer kurumlarla ve toplumun genel işleyişiyle nasıl bir etkileşim içinde olduğunu göstermek gerekir.

1.2. BİLİMİN YÖNTEMLERİ

Bilim kurumu toplumsal bir olgudur; bir grup insan toplumdaki belirli görevleri yerine getirmek üzere belirli bir örgütsel ilişki içinde bir araya gelmiştir. Buna karşın, bilimin yöntemi bu olgulardan çıkarılan bir soyutlamadır. Burada, sanki Doğa ve İnsana Dair Gerçeği bulmanın yalnızca tek bir doğru yolu varmış ve bilim insanının görevi bu yolu bulup ona bağlı kalmaktan ibaretmiş gibi, bilimin yöntemini bir tür ideal Platoncu form olarak görme tehlikesi ile yüz yüze geliriz. Yöntemlerine sürekli yeni yöntemler ekleyerek hiç durmadan ilerleyen, gelişen bilimin tarihi böylesine mutlak bir anlayışın yanlışlığını ortaya koyuyor. Bilimin yöntemi sabit ve değişmez bir şey değil, sürekli gelişen bir süreçtir. Dahası, bilimin toplumsal ve özellikle de sınıfsal niteliğiyle yakın ilişkileri ortaya konulmaksızın

bu yöntem ele alınamaz. Dolayısıyla bilimsel yöntem, tıpkı bilimin kendisi gibi tanımlanamaz. Bir kısmı zihinsel, bir kısmı bedensel bir dizi işlemden oluşur. Bunların her biri geçmişte, toplumsal gelişimin herhangi bir aşamasında ortaya çıkan genel soruların belirlenmesinde, bu sorulara yanıtlar bulunmasında, bulunan yanıtların sınanmasında ve uygulanmasında yararlı olmuştur. Uzak geçmişte işe yarar yanıtlar bulunabilen sorular daha çok astronomi ve fizik gibi matematiksel bilimler alanında görülmüştür. Diğer bütün alanlarda, deneyimle bulunan ve teknik yararlılıkları nedeniyle güven duyulan belirli sonuçlarla yetinilmiştir. Bilimsel yöntem daha sonra kimya ve biyoloji alanlarında uygulanmaya başlanmış ve belli bir değişime uğramıştır. Onu toplum sorunlarına nasıl uygulayacağımızı ise yeni yeni öğrenmeye başlıyoruz.

Şimdi, bilim yöntemi üzerine yapılan çalışmalar, bilimin kendi gelişiminden çok daha yavaş ilerlemektedir. Bilim insanları önce bir şeyleri keşfeder; daha sonra bunları nasıl keşfettiklerine etkisizce şöyle bir kafa yorarlar. Ne yazık ki, bilim yöntemleri üzerine yazılan pek çok kitap, felsefi ve hatta matematiksel yönden yetkin olmalarına karşın bizzat bilim insanı olmayan ve açık söylemek gerekirse ne dediğini bilmeyen kişiler tarafından yazılmıştır durumdadır.

Gözlem ve deney

Bilim insanlarınca kullanılan yöntemler, gündelik yaşamda, özellikle de el sanatlarında kullanılan yöntemlerden ayrışarak gelişmiştir. İlk olarak elimizdeki işe şöyle bir göz atar, sonra bir şeyler yapmaya çalışır ve bir sonuç elde edip edemediğimize bakarız. Daha kitabi bir dille söyleyecek olursak, işe *gözlemlerle* başlar, *deneylerle* devam ederiz. Bilim insanı olsun olmasın, herkes gözlem yapar; ancak asıl önemlisi gözlemlenecek şeyin ne olduğu ve nasıl gözlemleneceğidir. Bilim insanı işte bu noktada sanatçıdan ayrılır. Sanatçı, gördüğü şeyi kendi duygu ve deneyim süzgecinden geçirerek yeni ve *çağrıştırıcı* bir *yaratım*'a dönüştürmek için gözlemler. Bilim insanının gözlemi ise kendi duygularından olabildiğince bağımsız şeyleri ve ilişkileri ortaya çıkarmayı hedefler. Bu, bilim insanının bilinçli bir amacı olmaması gerektiği an-

lamına gelmez. Tam tersine, bilim tarihinin de gösterdiği gibi, çoğunlukla pratik belirli bir amacın varlığı yeni şeylerin keşfedilmesi için neredeyse olmazsa olmaz bir koşuldur. Bu demektir ki, çoğu duygusal yakarışlara kulaklarını tıkayan insanlık dışı bir dünyada hedefine varabilmesi için, arzunun, olgu ve yasalara bağımlı kılınması gerekir.

Sınıflandırma ve ölçüm

Zamanla, saf gözlemden iki teknik gelişip olgunlaşmıştır: *sınıflandırma* ve *ölçüm*. Kuşkusuz her ikisi de bilinçli bilimden daha eskidir, ancak günümüzde özel bir biçimde kullanılmaktadır. Sınıflandırma, tek başına ele alındığında, yeni görüngü [fenomen] kümelerini anlamaya doğru atılan ilk adımlardır. Yeni görüngülerle bir şey yapmadan önce onları bir düzene koymak gerekir. Ölçüm ise, bu düzene koyma işleminin bir sonraki aşamasından başka bir şey değildir. Sayım, bir toplamın başka bir toplama karşı, en nihayetinde insan elinin parmaklarına karşı düzene konulmasıdır. Ölçüm, tartılmak ya da ölçülmek istenen nicelikte dengelenen ya da sıralanan bir standart toplamın sayılmasıdır. Bilimi bir yandan matematiğe, öte yandan ticari ve mekanik pratiğe bağlayan ölçümdür. Sayılar ve biçimler ölçüm yoluyla bilime girerler. Verili koşulları yeniden oluşturmak ve istenilen sonucu elde etmek için ne yapılması gerektiğini kesin olarak gösterebilmek de yine ancak ölçümle mümkündür.

Bilimin "deney" sözcüğüyle karakterize olan etkin yönü işte burada sahneye çıkar. Sözcüğün kendisinin de işaret ettiği gibi, deney bir denemeden öte bir şey değildir. Nitekim ilk deneyler de aslında tam ölçekli denemelerdir. Ölçüm işlemi bir kez işin içine girdikten sonra, denemelerin aynen tekrarlanabilmesinin yanı sıra, oldukça cüretli bir adım daha atılarak onları (daha) küçük bir ölçekte gerçekleştirme olanağı da doğmuştur. Çağdaş bilimin temel özelliği işte bu küçük ölçekli -ya da örnek- deneydir. Küçük ölçekli çalışıldığında aynı süre içerisinde çok daha fazla sayıda deneme, çok daha ucuza gerçekleştirilebilir. Üstelik matematiğin kullanılmasıyla, karışık ve masraflı bir iki tam ölçekli denemeden elde edilebilecek sonuçlardan çok daha değerli sonuçlar, çok sayıda küçük ölçekli deneyden elde edilebilir. Tüm deney-

ler aslında son derece basit iki işlemden ibarettir: sökmek ve yeniden kurmak; ya da bilim diliyle söyleyecek olursak *analiz [çözümleme]* ve *sentez*. Bir şeyi veya süreci parçalarına ayıramazsanız, onu bölünmemiş bir bütün olarak gözlemlemekten fazlasını yapamazsınız. Parçaları yeniden bir araya getirip bütünü işler hale sokmadıkça da çözümlemenize yeni bir şeyi dahil edip etmediğinizi veya bir şeyleri dışarıda bırakıp bırakmadığınızı bilme olanağınız yoktur.

Aygıt

Bu işlemleri yapabilmek için bilim insanları yüzyıllar boyunca uğraşarak kendilerine özgü bütünlüklü bir maddi alet takımı geliştirdiler. Bilim(in) *aygıtı*. Bu aygıt hiç de öyle gizemli bir şey değildir. Basitçe, çok özel amaçlar kazandırılmış günlük yaşam aletleridir. Pota, bildiğimiz kaptır; pens ise maşadır. Bununla birlikte bilim insanının aygıtı çoğu kez yararlı alet ve araçlar biçiminde pratik yaşama geri dönerler. Örneğin, bildiğimiz modern televizyon seti yakın zamana kadar katot ışın tüpüydü; yani elektronun kütlesini ölçmek için tasarlanmış salt bilimsel bir aygıttı. Bilimsel aygıt iki temel işlevden birini yerine getirir: Teleskop veya mikrofon gibi bilimsel cihazlar olarak duyusal dünyayı algılama gücümüzü genişletip kesinleştirmek veya manipülatör, imbik ya da kuluçka makinesi gibi bilimsel araçlar olarak çevremizdeki şeyler üzerinde bilinçli müdahale olanaklarımızı artırmak.

Yasalar, hipotezler ve kuramlar (teoriler)

Deneylerin sonuçları, daha doğrusu deneyleri meydana getiren işlem ve gözlem bileşimi, bilimsel bilgi kütlesini oluşturur. Ancak bu kütle yalnızca sonuçların listesinden ibaret değildir. Öyle olsaydı, bilim de çok geçmeden içinden çıkıp geldiği doğa kadar denetlenmesi ve anlaşılması güç bir şey haline gelirdi. Bu sonuçların işe yarayabilmesi, hatta pek çok durumda elde edilebilmesi için bile, onları öncelikle, deyim yerindeyse, bir deste halinde bir araya getirip kümelere ayırmak ve aralarında ilişki kurmak gerekir. Bilimin mantıksal yanının işlevi budur. Bilimin tezleri, önceki dönemlerde yalnızca isimlerin, daha sonra matematiksel simge ve formüllerin kullanıl-

ması, bilimsel *yasalar, ilkeler, hipotezler ve kuramlardan* oluşan az çok tutarlı bir yapının sürekli olarak yaratılmasını sağlar. Bununla da kalmaz; bilim bu noktada süreklilik kazanır ve bu gibi hipotez ve kuramlardan kalkılarak bilimin pratik uygulamasına varılır. Bunlar da, işlerlik kazansalar da, -çoğu durumda olduğu gibi- kazanamasalar da yeni gözlemlere, yeni deneylere ve yeni kuramlara yol açarlar. Deney, yorumlama, uygulama hepsi birlikte ilerler ve bilimin etkili, canlı ve toplumsal gövdesini oluştururlar.

Bilimin dili

Gözlem, deney ve mantıksal yorumlama sürecinde, zamanla bilim açısından maddi aygıt kadar gerekli hale gelen bilim *dili*, daha doğrusu dilleri ortaya çıkmıştır. Tıpkı aygıtlar gibi bu dillerin de özünde bir tuhaflık yoktur; yaygın olarak kullanılan deyimlerden türerler ve çoğunlukla yine aslına dönerler. "Sikl" [cycle] vaktiyle *kuklos*, yani tekerlekti; yüzyıllar boyunca yinelenen görüngeleri ifade etmek için kullanılan soyut bir terim olarak kaldıktan sonra "bisiklet" olarak dünyaya geri döndü. Unutulmuş eski Yunan ve Roma dillerindeki oldukça sıradan sözcüklerin çağdaş dillerde sıkça yeniden kullanıma sokulmasının nedeni, bu sözcüklerin o dilde yaygın olarak bilinen anlamlarıyla karıştırılmasının önüne geçmekti. Yunan bilginleri herhangi bir şeyi -Yunanca- bir sözcükle ifade edememenin sıkıntısını çekiyorlardı. Sade bir dilin içinde dolambaçlı bir anlatıma başvurmak zorunda kalıyorlardı. Çene altı bezesi [submaxillary gland] yerine "çene altında bulunan palamut biçimindeki yumrular" diyorlardı. Ne var ki bu tür tanımların kullanılması bilim insanlarının kendi aralarında daha rahat ve kısa yoldan anlaşmalarına yardımcı olmakla birlikte, bilimi halktan -kimi zaman bilerek- koparıp uzaklaştıran özel bir dilin ya da jargonun ortaya çıkması gibi bir sakınca doğurdu. Aslında araya böyle bir engel girmesinin hiç de gereği yoktur. Bilim dili, öğrenilemeyecek denli fazlasıyla yararlı hale gelmiştir; bilimsel kavramlar, bilimsel cihazlar gibi, gündelik yaşamımızın ayrılmaz bir parçası haline geldiğinde bilim dili de gündelik dilin içine karışıp kaynaşabilir ve elbette kaynaşacaktır.

Bilimin stratejisi

Bilimin yöntemi üzerine yürüttüğümüz tartışma, buraya kadar bilimsel ilerlemenin taktikleri olarak adlandırabileceğimiz bir çerçeveyle sınırlı kaldı. Bu, esas olarak sorunları çözme ve getirilen çözümlerin doyurucu olduğuna makul bir ölçüde güvenebilme yöntemidir. Ne var ki, tek başına, uzun tarihsel dönemler boyunca bir bütün olarak bilimdeki ilerlemeyi açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Tabloyu tamamlamak için bilimin *stratejisin*den de söz etmek gerekir. Hiç kuşkusuz, bilimin ilerleyebilmesi için mutlaka bilinçli bir stratejiye sahip olması gerekmez. Nitekim önceki çağlarda bilim, uzun erimli hedefler gözetilerek yönlendirilmiş değildi. Bununla birlikte, ileride de göreceğimiz gibi, bilimin ilerleyişi hiç de gelişigüzel bir yol izlememiştir. Daima, çoğu kez bilinçsiz ama zaman zaman da bilinçli bir stratejinin varlığından söz etmek gerekir.

Keşif stratejisinin temel özelliği, çözülecek problemlerin seçiminin sırasını saptamaktır. Gerçekten de, bir problemi görmek onu çözmekten çok daha zordur. İlki için hayal gücüne gerek duyulur; ikincisi ise yalnızca beceri ister. Kasambi'nin bilimi *zorunluluğun kavranması* olarak tanımlaması bu bağlamdadır. Bilimin genel ilerleyişi, her şeyden önce ekonomik zorunluluktan doğan sorunlara çözüm aranması sırasında gerçekleşmiştir; önceki bilimsel görüşlerden kaynaklanan sorunların çözümü ancak ikinci sırada yer alır. Delphi tapınağındaki küçük sunak taşının hacminin iki katına çıkarılması işleminin bir sayının küp kökünün alınmasını gerektirmesi; boylamın bulunmasının Newton yasalarına kılavuzluk etmesi ya da Fransa'da ipekböceği hastalığına çare bulunmasının Pastör'ün hastalıkların mikroplardan kaynaklandığı fikrine varması örneklerinde gördüğümüz gibi, tarihin her anında üzerinde kafa yorulması gereken bir dizi kamçılayıcı sorun karşımıza çıkmaktadır. Bunlar gibi farkına varılan klasik problemlerin sayısının sınırlı kalması, bilim için bir tehlikedir. Bilim insanlarının çabaları, kuşaktan kuşağa, bu problemleri çözme ve bulunan çözümleri geliştirme üzerinde yoğunlaşır.

Bilimi, tarihin uzun dönemleri boyunca dar sınırlar içine hapseden işte bu eğilimdir. Bilimin yeni alanlara yayılması, bu sınırları

aşıp dış dünyada yeni problemler bulması ile gerçekleşir. Newton, Darwin ve Faraday gibi tarihteki en büyük bilim insanlarından bazıları, kendi tasarladıkları bir plan doğrultusunda problemleri bulup çözmeye yönelmişlerdir. Örneğin Faraday, (5.32) meslek hayatının ilk yıllarında, fiziksel doğanın birbirinden ayrı güçleri –ışık, ısı, elektrik ve manyetizma– arasındaki ilişkiyi keşfetmeyi aklına koymuştu ve bunları çifter çifter ele alıp inceleyerek, belirlediği programı neredeyse tamamladı.

Günümüzde, bu gibi büyük insanların ufak çapta da olsa bilinçli bir biçimde gerçekleştirebildikleri şeyin bilimin gelişmesinde temel bir yeri olduğunun farkına varıyor ve bilimin salt bireysel olmaktan çok kolektif bir temel üzerinde bilinçle planlanmasının artık olanaklı olduğunu görüyoruz. Bu noktada, bir yandan toplumsal ve ekonomik ihtiyaçlardan, diğer yandan bilimdeki özgül gelişmelerden kaynaklanan sorunları uzlaştırma ve birleştirme gereği gibi daha büyük bir problemle yüz yüze geliyoruz. Ne var ki bu gereksinim, onun sağladığı bütün olanakların görülebilmesi ve bunlardan tam anlamıyla yararlanılabilmesi için, ülkenin ekonomik hayatı üzerinde, sosyalist ülkeler dışında, yaşanandan çok daha büyük bir denetimi şart koşar. Bu olanaklar uzun vadede öyle bir düzeye ulaşacak ki, bilimi olumlu ve planlı olarak kullanmayan hiçbir ulus dünyadaki varlığını koruyamayacak. Dolayısıyla, bilimin ilerleyişi ve toplumsal yaşamda giderek artan kullanımı, geçmişe oranla çok daha akılcı ve daha az rastlantısal bir yol izleyecek.

Evrimci tarih perspektifinden bakıldığında bilim, bedenin duyu ve hareket organlarınca sağlanan deneyimin bilinçli bir biçimde işlenmesidir. Bilim, tüm gelişmiş hayvan türlerinde ortak olarak bulunan bilinçsiz öğrenme süreçlerini bilinçli ve toplumsal hale sokar ve yaygınlaştırır. Hayvanlar deneyim yoluyla öğrenir; insanlar ise bunun ötesine geçerek öğrenme deneyimi edinirler. Aynı şekilde, bilimsel yöntemin kendisi de, bir sisteme göre düzenlenmiş karşılaştırma, sınıflandırma, genelleme, hipotez ve kuramlaştırma süreçleriyle, bazı gelişmiş memelilerde avlanma gibi oldukça karmaşık durumlarla başa çıkma yetisini geliştirmiş bulunan beyin mekanizmasının gelişmesini temsil eder. Bununla birlikte söz konusu hayvanların

davranışlarıyla insan biliminin başarıları arasındaki temel fark, ikincisinin artık bireysel değil, toplumsal bir başarı oluşudur. Bu başarı *işin* elbirliğiyle yapılmasından doğar ve *dille* düzenlenir.

Bilim ve sanat

İnsanın fiziksel gücünün bilim yoluyla gelişmesi, artık hayvanlarda olduğu gibi neredeyse kendiliğinden ilerleyen bir evrim süreci olmaktan çıkmıştır. Bu süreç, insanda toplumsal değişimlerin zorunlu bir bileşkesi olarak ortaya çıkar ve birbiri ardı sıra gelen sınıfların aralarındaki mücadelelerin ve çatışmaların damgasını taşır. Bilimin toplumdan ayrı düşünülemeyeceğini bir an olsun aklımızdan çıkarmadan, ayrıştırmada biraz daha ileriye giderek bilimi insanın sanat ve din gibi diğer toplumsal etkinliklerinden ayıran özellikleri incelemek yararlı olabilir. Bilimsel yönün farklı oluşunun başlıca nedenleri, bilimin öncelikle şeylerin *nasıl* yapıldığıyla ilgilenmesi, olgular ve olaylara ilişkin birikimsel bir bilgi kütlesine başvurması ve en başta üretim güçlerinin, yani insani gereksinmelerin karşılanması için kullanılan tekniklerin kavranmasından, denetlenmesinden ve dönüştürülmesinden meydana gelmesidir.

Bu ayrımlardan ilki, bilimin üslubunun *bildirmeci [indicative]* olduğu söylenerek ifade edilebilir. Şöyle ki, bilim insanlara yapmak istedikleri şeyi nasıl yapacaklarını bildirir ya da gösterir. Tek başına ele alındığında *bilimsel üslup*, insanların şunu değil de bunu yapmayı istemelerini sağlamaya çalışmaz. Bu daha çok, aynı ölçüde toplumsal olan ve belli bir davranış için önce istek, sonra da irade yaratmak gibi bir işlevi bulunan *sanatsal üslub*un görevidir **1.2.146**. Bu üsluplardan biri olmadan diğeri eksik kalır ve aslında ne sanatta ne de bilimde biri olmadan diğeri var olabilir. Üstelik sanatın ya da bilimin birey için ifade ettiği anlam bunlarla da sınırlı değildir. Bunların ötesinde ve insanlığın bütün başarılarında ortak olan şey sözcüklerin, seslerin veya renklerin tasarlanması, dahası yaratılmasından ya da doğada hâlihazırda var olan bileşimlerin keşfedilmesinden duyulan kendine özgü hazdır. Bu haz, öncelikle bireysel olarak hissedilse de, aslında hiç de kişisel bir duygu değildir. İlk ilgi toplumdan geldiği gibi, tasarlanan yapıt da da-

ha büyük oranda toplumsaldır. Sanatçının ve bilim insanının eserini başkalarına ulaştırma arzusu bunun bir göstergesidir.

Her bilimsel çalışmanın bir amacı vardır ve her çalışma daha ileri bir amaç doğurur. Ancak bu amaç ne çalışmanın ayırt edici nitelikteki bilimsel yanını ne de bilimsel beğeni toplayan güzelliğini ya da ondan duyulan hazzı oluşturur. Bütünüyle bilimsel yanıyla ele alındığında, şayet yapmak isterseniz, belirli şeyleri nasıl yapacağınızı anlatan bir reçetedir. Öte yandan, bir sanat eseri de insanı yalnızca duygulandıran veya mutlu eden şey değildir. Sanat eserleri, özellikle romanda olduğu gibi toplumsal sorunları ele aldıklarında, dünyanın kendisi ve bu dünyada nasıl yaşamak gerektiği üzerine paha biçilmez bilgiler içerir.

Bilimin bu soyut niteliklerine değinirken daima, soyutu ideal olarak algılama, yani toplumsal ahlak ve yararlılık gibi temel olmayan unsurlarından arınmış bir bilime özlem duyma tehlikesiyle yüz yüzeyizdir. Doğrusu, saf bilim ideali -gerçek uğruna gerçeği arama-, bilimin gelişimini engellemek için elinden geleni ardına koymayan, onu cehaletin ve gericiliğin elinde tutsak kılmaya yardım eden toplumsal bir tutumun bilinçli ifadesidir. Bilimin, ancak onun gösterdiği yol izlendiği takdirde tamamlanacağı akıldan çıkarılmamalıdır. Bilim düşünsel bir mesele değil, sürekli pratiğe geçirilen ve sürekli pratikten beslenen bir düşüncedir. İşte bu yüzden, bilimi teknikten ayrı olarak ele almak olanaksızdır. Bilim tarihine baktığımızda, birbiri ardına pratikten doğan yeni bilim cephelerinin ortaya çıktığını ve bilimdeki yeni gelişmelerin de yeni uygulama alanları yarattığını görüyoruz. Çağdaş mühendislik meslekleri, çok büyük ölçüde, doğrudan doğruya bilimsel ilerlemenin ürünüdür. Günümüzdeki çeşitli mühendislik dallarının isimleri bile -elektrik mühendisliği, kimya mühendisliği, elektronik mühendisliği vb.- bunların başlangıçta, bugün artık uygulama alanlarına dönüşmüş olan eski bilim dalları olduğunu gösterir.

Bilim insanı ve mühendis

Mühendislerin bilim insanlarının içinden çıkması ve aralarında sürekli ve yakın bir bağ bulunması, bu iki mesleğin birbirinden ayırt edilemez olduğu anlamına gelmez. Gerçekte bilim insanı ile mü-

hendisin işlevsel yönleri baştan aşağı farklıdır. Bilim insanının asıl işi, şeylerin nasıl yapılacağını bulup ortaya çıkarmak, mühendisinki ise onları yapmaktır. Uygulama açısından mühendisin sorumluluğu bilim insanınkinden çok daha büyüktür. Mühendis soyut teorilere fazla bel bağlayamaz; yeni fikirler üretmesi gerektiği kadar geçmiş deneyimlere de dayanmak zorundadır. Hatta bazı mühendislik dallarında bilim hâlâ deneyime oranla ikincil bir rol oynamaktadır. Günümüzde gemiler, motor ve kontrol mekanizmaları modern bilimsel cihazlarla donatılmış olmasına karşın, hâlâ eski gemiler üzerindeki deneyimlerine dayanan insanlarca inşa edilmektedir. Bu bakımdan tomruktan oyulma kanolardan modern transatlantiklere kadar tüm gemilerin inşasının kesintisiz bir teknik geleneğe dayandığı söylenebilir. Teknik geleneğin gücü asla (büyük bir) hataya neden olmamasından ileri gelir -daha önce işe yaramış olan, çok büyük olasılıkla yine işe yarayacaktır. Zaaf ise, deyim yerindeyse, alışageldiği patikanın dışına bir türlü çıkamamasıdır. Mühendislikten sağlam ve birikimli bir teknik ilerleme beklenebilir; ancak önemli dönüşümler işin içine bilim girdiğinde söz konusu olabilir. J. J. Thomson'un bir zamanlar söylediği gibi: "Uygulamalı bilimde yapılan araştırma ilerlemeye, saf bilimde yapılan araştırma devrime götürür." ***6.58a.199***. Ayrıca, mühendislik başarıları ve hatta onun da ötesinde mühendisliğin karşılaştığı güçlükler, bilime sürekli yenilenen elverişli bir alan yaratır ve önüne yeni problemler koyar. Bilim ve mühendisliğin birbirini tamamlayıcı rollere sahip olmaları, her birinin toplumsal etkilerini bütünüyle anlayabilmek için ikisinin bir arada ele alınıp incelenmesini gerektirir.

1.3. BİLİMİN BİRİKİMCİ GELENEĞİ

Buraya kadar bir kurum olarak bilimi ve onun niteliğini incelerken, bilimsel ve teknik ilerlemeyi tüm diğer toplumsal kazanımlardan ayıran bir özelliği açık bir biçimde vurgulamadık. Bu özellik bilimin birikimci doğasıdır. Bilim insanının elinin altında geçmişten gelen muazzam bir bilgi ve deneyim yığını bulunmasaydı, kullandığı yöntemler pek işe yaramazdı. Söz konusu bilgi ve deneyimlerin

hiçbiri belki de tam doğru değildir; fakat yine de bilim insanının gelecekteki çalışmaları için ileri bir hareket noktası sağlamaya yetecek kadar doğrudurlar. Bilim, sonu gelmez bir düşünür ve işçi selinin görüş ve düşüncelerinin, fakat ondan daha çok, deneyim ve eylemlerinin birbiri ardına sıralanmasından oluşan ve hiç durmaksızın büyüyen bir bilgi kütlesidir. Bilineni bilmek yetmez; bir kimsenin kendisine bilim insanı diyebilmesi için genel bilgi birikimine kendisinden bir şeyler katması gerekir. Herhangi bir dönemin bilimi, o ana kadar birikerek gelen bilimin toplam sonucudur. Ama bu sonuç durağan değildir. Bilim genel geçer olguların, yasaların ve kuramların toplamından daha fazlasını içerir. Hiç durmadan yeni olgular, yasalar ve kuramlar keşfeder; çoğu kez de en az kurduğu kadarını eleştirir, hatta yıkıp yok eder. Buna karşın bilimin görkemli yapısı hiç durmaksızın yükselir. Sürekli onarım halindedir diyebiliriz; ancak bu onun kullanıma sokulmasını asla engellemez.

Bilimi din, hukuk, felsefe ve sanat gibi insana özgü diğer büyük kurumlardan ayıran da bu birikimci doğasıdır. Söz konusu kurumların bilime oranla kuşkusuz çok daha eskilere uzanan, çok daha büyük bir saygı ve ilgi gösterilen tarih ve gelenekleri vardır. Ancak bunlar esas itibarıyla birikimci değillerdir. Din "ezeli ve ebedi" hakikatin korunmasıyla ilgilenir; sanatta ise önemli olan ekolden çok bireysel olarak ortaya konan eserdir. Buna karşılık bilim insanı daima doğru kabul edileni değiştirme çabasındadır; onun eseri çok geçmeden özümlenir, aşılır ve bireysel bir edim olarak yitip gider. Yalnızca sanatçılar ve ozanlar değil, hemen herkes geçmişe ait büyük sanatsal yapıtları, müzik ve edebiyat eserlerini –aslından ya da çeviri veya reprodüksiyon olarak– izler, dinler ve okur. Bu eserler, insanları doğrudan doğruya cezbetme özellikleri sayesinde her zaman canlı kalırlar. Oysa bilim insanları ve bilim tarihçilerinden oluşan küçük bir azınlık dışında hemen hiç kimse bilimin büyük tarihi eserlerini incelemeye kalkmaz. Bu eserlerin sonuçları günümüz bilimi içinde yer alır, ancak eserlerin kendisi tarihe gömülür. Güdülen pek çok amaç açısından asıl önemli olan bunların nasıl keşfedildikleri veya başlangıçta nasıl sunuldukları değil; kurulu ilişkiler, olgular, yasalar ve kuramlardır *1.17.* Üstelik bilimlerin, özellikle de doğa bilimleri-

nin geleneği ile dinin veya güzel sanatların geleneği arasında başka türden bir büyük fark daha vardır. Bu ikinciler bir bakıma keyfidir; öyle ki onların en son başvuracakları yer sözlü ya da yazılı gelenek tarafından aktarılan bir vahiy ya da hükümdür. Dayanak olarak ileri sürdükleri akılcı gerekçe ise olsa olsa idealist mantığın gerekçesidir. Oysa bilimin ve ona kaynaklık eden teknolojinin geleneği, maddi dünyada gerçekliği kanıtlanabilir ve yinelenebilir gözlemlere başvurarak doğrudan doğruya denetlenebilen bir gelenektir. İster eski olsun ister yeni, bilimin her bir kazanımı, belirli malzemeler üzerinde belirli aygıtlarla yapılacak testlerle her an sınanabilir. Bilimin gerçekliği, Bacon'un uzun zaman önce belirttiği gibi, onun maddi sistemlere uygulanmasındaki başarısında yatar; bu sistemler fizik bilimlerinde olduğu gibi cansız varlıklar, biyolojik bilimlerde olduğu gibi canlı organizmalar veya sosyal bilimlerde olduğu gibi insan toplumları olabilir. Ancak bu sonuncusunda deney yapılmadığından veya yapılan deneyler yok denecek kadar az olduğundan, o henüz gerçek bir bilim statüsü kazanmamıştır. Bu yönüyle bilimden söz ettiğimiz zaman ister istemez belirli olguların düzenli bir biçimde tanımlanmasını değil, insan bilgisinin doğrudan doğruya pratiği ilerletmekte kullanılacak kadar gelişmiş olan bölümlerini kastederiz. Eski Yunanlıların matematik ve astronominin yanı sıra bir biyoloji ve hatta bir sosyoloji bilimine sahip olduklarına şüphe yoktur. Ne var ki, ilk iki bilim dalı kentlerin planlamasında ve göksel olayların tahmininde kullanılırken, diğer ikisi sıradan bir çiftçi, balıkçı veya siyaset adamının bildiğini düzenli bir biçimde açıklamaktan öteye gidemiyordu. Biyolojinin gerçek anlamda bir bilim olarak tıpta kullanılmasına 19. yüzyılın hemen öncesinde başlandı; sosyoloji ise bir bilim olarak günümüzde yeni yeni kendisini göstermektedir.

Bilimsel bilgi ve tekniklerin birikim aşamaları, ayrıntılı olarak incelenmese de, ileriki bölümlerde ele alınacaktır. Ayrıntılı inceleme bilim tarihinin işidir. Bu kitap öyle bir iddiada bulunmadığı gibi, keşiflerin ötesine geçerek onların nedenlerini irdeleyen böylesi bir eleştirel bilim tarihi de henüz yazılmamıştır. Burada, bilimin gelişimine yön veren bazı genel ilkelere değinmekle yetinilecektir.

Bilimsel ve teknik ilerlemenin seyri

Tarih, her şeyden önce bilimin kapsamına giren deneyim alanlarının belli ve ardışık bir sıra oluşturduklarını gösterir. Bu sıralama kabaca şöyledir: matematik, astronomi, mekanik, fizik, kimya, biyoloji, sosyoloji. Tekniklerin tarihi neredeyse bunun tam tersi bir seyir izler: toplumsal örgütlenme, avlanma, evcil hayvanlar, tarım, çömlekçilik, yemek pişirme, kumaş yapımı, madencilik, taşıma araçları ve denizcilik, mimarlık, makineler, motorlar. Bunun nedenini anlamak hiç de güç değildir. Teknikler ilkin insanın doğrudan doğruya (doğal) çevresine olan ilgisinin ürünü olarak ortaya çıkmak durumundadır; cansız güçlerin denetimine ancak bunun ardından aşamalı olarak geçilir. Oysa bilimlerin gelişim sırasını açıklamak o kadar kolay değildir. [Bilimin kendisinden kaynaklanan] içsel güçlükler bu sıralamayı ancak kısmen belirler. Doğrusu, teorilerinden de anlaşılacağı gibi, biyoloji ve tıp gibi doğanın daha karmaşık bölümleriyle ilgilenen bilimler, doğrudan doğruya ilgi alanlarına giren konuların incelenmesinden türemişler; mekanik ve fizik gibi doğanın daha basit kısımlarıyla ilgilenen bilimlerden fazla bir yardım görmedikleri gibi, çoğunlukla onlar tarafından engellenmişlerdir. Bilimlerin ortaya çıkış sırası, farklı dönemlerdeki egemen ve yükselen sınıfların çıkarlarıyla uyumlu, olası kullanım alanlarına daha yakından bağlıdır. Takvimin düzenlenmesi -ki bu rahiplerin işidir- astronomiye kaynaklık etmiş; yeni tekstil sanayisinin ihtiyaçları -18. yüzyılın yükselen fabrikatörlerinin çıkarları- da modern kimyanın doğuşuna yol açmıştır.

Bilimin genel ilerleyişinden kafamızı kaldırıp keşiflerin ayrıntılı sıralamasına dönüp baktığımızda belirli bir genel seyir kendini gösterir. Her alanda, birbirini izleyen uzun keşif zincirlerine rastlanmaktadır; 18. yüzyılda elektriğin, 20. yüzyılda da atom fiziğinin keşfedilmesi gibi. Bunlar genellikle bilimin önüne yepyeni ufuklar açan can alıcı bir keşifle başlar veya sona erer. Bu türden keşifler, çoğunlukla daha önce birbirinden ayrı oldukları düşünülen bilim disiplinlerinin bir araya gelmesiyle oluşur: Örneğin Oersted'in elektriğin mıknatıs üzerindeki etkisini kazara buluşu veya Pastör'ün canlı or-

ganizmalarca üretilen moleküllerin asimetrik niteliğini bir rastlantı sonucu keşfetmesiyle kimya ile bakteriyoloji arasında bağ kurulması gibi. Farklı disiplinlerin bu şekilde kesişmeleri ve bilimin can alıcı buluşları sonucunda, her defasında genellikle iki üç yeni dal ortaya çıkar; ardından bunların her biri yeni bir keşif zinciri oluşturacak şekilde yoluna devam edebilir. Dolayısıyla, tablonun bütünü, olabildiğine karmaşık ve iç içe geçmiş bir araştırma ve keşif örgüsünü andırır. Eski Peruluların, haberleşmede kullandıkları, üzerlerinde sıralanmış düğümler bulunan ve kendileri de birbirlerine karmaşık bir biçimde düğümlenmiş iplerden oluşan quipu'ları gibi.

Büyük adamların rolü

Gerek uzun araştırma ve inceleme zincirleri, gerekse can alıcı keşiflerin dallara ayrılma noktaları, bilimin ilerlemesi için olmazsa olmaz koşullardır; bununla birlikte ilki büyük ölçüde, çok sayıda titiz ve hamarat fakat sıradan aklın ürünü iken, ikincisi genellikle büyük bilim insanlarının eseridir. Bu olgu, bilimin kaynağını salt büyük adamların dehasında arayan, bu yüzden de bilimi toplumsal ve ekonomik etkenlerden büyük ölçüde bağımsız sayan bir bilim anlayışına yol açmıştır. Öyle ki, "büyük adamlar" efsanesinin, toplumsal ve siyasal tarihe oranla bilim tarihi üzerindeki egemenliği çok daha uzun sürmüştür. Bilim tarihçelerinin çoğu havarilere özgü bir sıralanışla birbiri ardına gelen ve çığır açıcı bir tarzda doğanın sırlarını gözler önüne seren büyük kâşiflerin yaşam öykülerinden ibarettir. Bilimin ilerlemesinde büyük adamların tartışılmaz etkileri olduğu yadsınamayacağı gibi, onların başarılarını toplumsal çevrelerinden soyutlayarak incelemek de olanaksızdır. Bu gerçeğin göz ardı edilmesi nedeniyledir ki, bu büyük adamların buluşlarını açıklamak için çoğu kez "ilham" veya "deha" gibi "cahilce" sözcüklere başvurma gereği duyulur. Böylece, büyük adamlar onları anlayamayacak kadar dar görüşlü veya tembel kimseler tarafından küçük düşürülmüş ve değersizleştirilmişlerdir. Oysa onların kendi dönemlerinin insanları oldukları, çağdaşlarıyla aynı biçimlendirici etkilere maruz kaldıkları ve aynı toplumsal baskılarla yüz yüze oldukları gerçeği onları daha

da önemli kılar. İnsan ne kadar büyükse çağının atmosferini o ölçüde özümser. Çağını ancak bu şekilde, bilgi ve eylem örgüsünü değiştirebilecek kadar derinden kavrayabilir.

Büyük adamlar kültürün hiçbir alanında, hele ki bilimde, tek başlarına, kendi kendilerine yeterli olamazlar. Yaratıcılıktan uzak addedilen yüzlerce bilim insanının nispeten önemsiz sayılan ön çalışmaları olmadan önemli bir buluşun gerçekleştirilmesi olanaksızdır. Bu insanlar, çoğunlukla ne yaptıklarının farkında bile olmaksızın, büyük adamların üzerinde çalışabilecekleri gerekli verileri toplarlar. Tek tek bireyler, muazzam bir düşünsel zenginliğe sahiptir. Ne var ki bunların çok azı bilime katkıda bulunabilirler -günümüzde eskiye oranla daha çok insan bu olanağa sahiptir ve bu sayı yakın gelecekte daha da artacağa benziyor. Bu seçilmiş insanların veya kendilerini bilime adamış olanların neredeyse tüm diğer özellikleri birbirinden farklıdır. Bu durum, bilime büyük bir çeşitlilik kazandırmakla birlikte, aynı ölçüde gerekli olan birlik, toplumun bilim üzerinde uyguladığı bilinçli ya da bilinçsiz denetimle sağlanır. Bilimi, insanın çevresini anlaması ve denetlemesi için yürütülen elbirliğine dayalı bir çaba olarak görmemize olanak tanıyan, toplum tarafından ona dayatılan bu birliktir.

1.4. BİLİM VE ÜRETİM ARAÇLARI

Önceki paragraflarda belirtilen özelliklerin hepsi bilimi tanımlamaya yardımcı olabilir: -bir kurum olarak bilim, bir yöntem olarak bilim, büyüyen ve giderek örgütlenen bir deneyimler toplamı olarak bilim... Ne var ki, bu tanımların hiçbiri ne bilimin günümüzdeki başlıca işlevlerini ne de başlangıçta toplumsal etkinliğin uzmanlaşmış bir türü olarak ortaya çıkış nedenlerini açıklayabilir. Bu açıklama, bilimin geçmişte ve günümüzde her türlü üretim biçimi üzerinde oynadığı rolde aranmalıdır. İnsanın organik ve inorganik çevresi üzerindeki denetim araçlarının tarihsel gelişimi, ileriki bölümlerde göreceğimiz gibi üretim biçiminin her biri yeni bir maddi tekniğin ortaya çıkışıyla akıllarda yer eden aşamalardan geçtiğini göstermektedir. Bugün bile, geçmiş dönemleri, arkeolojik terimlerle birlikte

(bu terimler, Hesiod ve Lucretius tarafından aktarılan büyük antikite geleneğinden bulunarak ilk kez 1836'da Thomson tarafından öne sürüldü), o çağlarda kullanılan maddelerin isimleriyle tanımlıyoruz: Taş Devri, Tunç Devri, Demir Devri... (Altın Devri terimini yitirdik). Bunların ardından buhar ve elektrik çağları geldi. şimdi Atom Çağı'na girmiş bulunuyoruz.

Ancak malzemeler tek başlarına bir işe yaramazlar; insanoğlunun onları biçimlendirmeyi öğrenmesi gerekir. Kullanılan ilk malzeme olan ağaç dalından bir sopa veya mızrak yapmak için bile, ilkin orijinal madde olan (*madera* – odun- *hyle*) dalı ağaçtan koparıp ayırmak gerekiyordu. Maddelerin insanların temel ihtiyaçlarını karşılayan araçlara dönüştürülmek üzere elde edilip biçimlendirilmesiyle önce teknik, ardından da bilim ortaya çıkmıştır. Teknik, bir şeyi yapmanın bireysel olarak edinilmiş ve toplumsal olarak sağlamlaştırılmış yoludur; bilim ise daha iyisini yapabilmek için, o şeyin nasıl yapıldığının kavranmasıdır. İlerleyen bölümlerde, farklı bilimlerin ortaya çıkışını ve bunların gelişim aşamalarını daha ayrıntılı olarak incelediğimizde, bu bilimlerin ancak üretim mekanizmalarıyla canlı ve yakın bir ilişki içine girdiklerinde evrilip geliştikleri açıkça gözler önüne serilecek.

Bilimin iniş çıkışlarla dolu bir tarihi vardır; yoğun bir etkinliğin ardından çoğunlukla bir başka ülkede yeni bir dalga baş gösterene kadar uzun nadas dönemleri görülür. Ancak bilimsel etkinliğin nerede ve ne zaman gerçekleşeceği asla rastlantılara bağlı değildir. Serpilme dönemlerinin ekonomik etkinlik ve teknik ilerlemeyle çakıştığı görülmüştür. Bilimin izlediği yol -Mısır ve Mezopotamya'dan Yunanistan'a, İslam İspanyası'ndan Rönesans İtalyası'na, oradan Aşağı Ülkeler'e ve Fransa'ya, ardından Sanayi Devrimi'nin İskoçya ve İngiltere'sine–, ticaret ve sanayinin izlediği yolun aynısıdır. Daha eski çağlarda bilim sanayiyi izlerdi; şimdi onu yakalamak üzere ve üretimdeki yerinin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte başı çekmesi olası. Bilim tekerlek ve çömlekten öğrenilmişti; buhar makinesini ve dinamoyu yarattı.

Yoğun etkinlik dönemleri arasında durgunluk, bazen de son Mısır hanedanları zamanında, klasik çağın sonlarında ve 18. yüzyılın başında olduğu gibi yozlaşma dönemleri yaşanır. Bu dönemler, ileride göreceğimiz gibi toplum örgütlenmesinin durgunlaşmış ya da

çökmüş olduğu, bu yüzden de üretimin geleneksel çizgileri izlediği, eğitimli bir insanın üretimle ilgilenmesinin yakışıksız, küçültücü bir iş olarak görülüp ayıplandığı zamanlara rastlar.

Bilim ile teknik değişim arasındaki yakın ilişkinin gözlemlenmesi, tek başına bilimin kökenini ve gelişimini açıklamakta yetersiz kalır; teknik değişimleri belirleyen toplumsal etkenlerin de bilinmesi gerekir. Teknik etkenlerin toplumdaki karşıt ilişkisi yeterince açıktır. Üretimin teknik düzeyi, her dönemde, toplumsal örgütlenmenin olası biçimlerine sınır getirir. Yiyecek toplama ve avlanmanın toplumsal birimi uçsuz bucaksız topraklarda dolaşan birkaç yüz kişiyle sınırladığı Taş Devri'nden büyük bir ulusal devlet beklemek gülünç olurdu. Aynı şekilde tarım ve sanayideki ilerlemelerin kesişmesi sonucunda nüfusun büyük bir bölümünün toprakla uğraşmaksızın geçinebilecek duruma gelmesinden önce, çağdaş kent uygarlığı ortaya çıkamazdı.

Bununla birlikte, teknikteki değişimleri belirleyen, yalnızca toplumsal örgütlenme değildir. İnsanoğlunun, geçmişte eldeki bütün araçları her zaman için tüm insanlığın yararına kullanmanın yollarını arayan ve insanın doğa üzerindeki egemenliğini artırmak için en elverişli araçları bulmaya çalışan tek bir düşünsel birim gibi hareket ettiğini varsaymak pek doğru olmayacaktır. Gerçekten de, ileride göreceğimiz gibi, teknikteki ilerlemeler tarihin büyük bir bölümü boyunca, çoğunlukla başkalarının zararına, hatta -yaratıcılığın sonsuz kaynağı savaşta olduğu gibi- yok olmaları pahasına, belirli kişi ve sınıflara sağlayabilecekleri avantajların itici gücüyle gerçekleşmiştir. Toplumun yapısı, son tahlilde, üretimi gerçekleştiren insanlarla malların dağıtımını yapanlar arasındaki ilişkilere dayanır. Hemen her zaman, zenginin yoksul üzerinde aşırı bir üstünlük kurmasını ve bazen de kölelikte olduğu gibi doğrudan eziyet etmesini sağlayan ilişkilerdir bunlar.

12. Bölüm'de gösterileceği gibi, teknik *üretim araçlarına* bağlı olan bu *üretim ilişkileri* söz konusu araçların değiştirilmesini şart koşmakta ve böylece bilimin önünü açmaktadır. Yeni bir sınıfın iktidara yükselmekte olduğu, üretim ilişkilerinin hızla değiştiği dönemlerde, üretimde bu sınıfın gücünü ve zenginliğini artıran belirli bir canlanma olur ve bilim el üstünde tutulur. Bu sınıf konumunu sağlamlaştırdıktan ve yeni bir rakibin yükselişini önleyecek denli güçlendikten sonra, her

şeyi olduğu gibi muhafaza etmek işine gelir –teknikler gelenekselleşir ve bilim ayağa düşer. Böylesine basite indirgenmiş bir tablo, hiç kuşkusuz bilimin yükselişini ayrıntılarıyla açıklamakta yetersiz kalır. Belirli bir bilimin neden şu ya da bu yerde veya dönemde geliştiğini anlayabilmek için daha ayrıntılı incelemeler yapmak gerekir. Buna ilişkin örnekler, ana hatlarıyla da olsa ilerleyen bölümlerde verilecektir. Bilimdeki ilerleme ve gerilemelerle bunların üretim üzerindeki etkilerini açıklayabilmek için maddi etkenler (sözgelimi yün veya kömür gibi metaların elde edilebilirliği); teknik etkenler (yeteneklerin düzeyi ve dağılımı) ve ekonomik etkenler (mal ya da emek arzı ve talebi) arasındaki etkileşimi de ortaya koymak gerekir.

Bilimin sınıf karakteri

Bilimle, bilimi doğuran ve hâlâ onunla bağlantısı bulunan genelleştirilmiş teknikler arasındaki temel ayrımlardan biri, bilimin eğitimi gerektiren bir meslek olmasıdır. Bilim kâğıt üzerine kaydedilir ve kitaplar aracılığıyla saklanıp gelecek kuşaklara aktarılır. Bu açıdan, başlangıcından itibaren üst sınıfların ya da o sınıfların sadık hizmetinde, onların arasına kabul hakkını kazanmayı becermiş tek tek yetenekli kişilerden oluşan küçük bir azınlığın tekelinde tuttuğu bir uğraş olagelmiştir. Bu sınırlamanın bilimin karakteri üzerinde birtakım etkileri olmuştur. Bilime katkı sunabilecek, farklı sınıflardan gelen yetenekli kişilerin büyük çoğunluğu bilimden uzak tutularak bilimin gelişimi geciktirilmiştir. Bunun yanı sıra, bilim üzerine kafa yoran, hatta deneyler yapan insanlar, en azından Sanayi Devrimi'ne gelinceye kadar pratik sanatlardan vb. uzak tutulmuşlar; dolayısıyla bu alanlarda pek bilgi sahibi olamadıkları gibi, doğa bilimleri söz konusu olduğunda ne söyleyeceklerini bilememişlerdir. Toplumsal yaşama yabancı olduklarından toplumun yaşamsal gereksinmelerini anlayamamışlar, bilim aracılığıyla bu gereksinmeleri karşılamak gibi bir amaç da gütmemişlerdir.

Bilimin, günümüzden beş bin yıl önce kurulan ilk kentlerle birlikte ortaya çıkan sınıf ayrılıklarından bu yana, sömürücü egemen sınıflarla böylesine özdeşleşmesi, köylülerin ve daha az bir oranda

da olsa işçi sınıfının zihninde bilime ve genel olarak okuma yazmaya karşı derin bir kuşku yaratmıştır. İnsan sever [philanthropic] filozofların çabaları ne denli iyi niyetli olursa olsun, halk, bilimin getireceği değişikliklerin pratikte kendilerine hiçbir yararının dokunmayacağını, durumlarını büsbütün kötüleştireceğini veya işlerini ellerinden alacağını düşünmüştür. İlk bilim insanlarına, her türlü kötülüğü yapmaya güçleri yetecek büyücüler gözüyle bakılmaktaydı ve bu tutum klasik çağların sonlarına dek sürdü. Halk, çoğu kez dinle ittifak kurarak, nefret ettikleri Roma İmparatorluğu'nun zenginsoylu sınıfının çıkarlarına hizmet ettiklerini düşündükleri filozoflara -ki bu kanılarında pek de haksız sayılmazlardı- içten içe, bazen de zora başvurarak karşı çıktı. Bilim, Ortaçağ'da ancak göz yumulduğu oranda var olabildi ve yeniden doğuşundan sonra bile, aynı halk tepkisi Sanayi Devrimi sırasında makinelerin parçalanması biçiminde kendini gösterdi. Günümüzde, bilimin en son başarısı olan atom bombasına karşı gösterilen tepkilerde aynı şeye tanık olmaktayız. Aydınların [halka karşı] hor görüsü ve umursamazlığı ile alt sınıfların kuşku ve öfkesi, bütün bir uygarlık tarihi boyunca bilimin özgürce ilerlemesinin önünde başlıca engel olmuştur. Sosyalist ülkelerin deneyimlerinde görülmeye başlandığı gibi, bu gönülsüz ve zoraki işbirliğinin yerini pratik bilgi ile teorik bilginin özgür ve canlı bir biçimde değiş-tokuş edildiği gönüllü bir işbirliği aldığında, teknolojik ve bilimsel ilerleme büyük bir ivme kazanmıştır.

Bu eleştiri yalnızca teori ve pratik ayrımının sınıfsal karakterine yöneliktir. İleriye doğru yol alan bilim sürecinde öğrenme işlevinin önemini kesinlikle yadsımamaktadır. Bilimin eli kalem tutan, hesap yapabilen ve tezlerini bütünlüklü olarak ortaya koyabilen kişilerin elinde oluşunun belirli dönemlerde onun gelişimine paha biçilmez katkılarda bulunduğu bir gerçektir. Tüm çıplaklığı ve karmaşıklığıyla bir bütün olarak ele alındığında, kabaca söylemek gerekirse doğanın bir ereği olduğu söylenemez. Yararlılığı kanıtlanmış uygulamaları haklı gösteren mitler ve ritüeller bu cahilce savın varabileceği son noktaya kadar gidebilir. Yunan bilimi gibi ilk resmi (formel) bilimler bile, akılcılaştırılmış bir mitolojiden güçlükle ayırt edilebilir. Ama basit hareketler ve kuvvetler gibi belirli deneysel olgular biçim ve

nicelik yönünden tartışılabiliyordu. Arşimet'in bildiğimiz kaldırma kuvveti yasasını bulmasından asırlar önce, denizciler kaldıracı, tüccarlar da teraziyi nasıl kullanacaklarını gayet iyi biliyorlardı; ancak söz konusu yasa, bu işleri yapan insanların asla akıl edemeyecekleri yeni mekanik icatları olası kıldı. Daha da önemlisi, Galileo ve Newton'un dönemlerinde mekanik ve fizikte daha ileri genellemelere ulaşılmasında çok önemli bir basamak oldu. Akılcı yöntemler, yavaş yavaş âlimler dilinin günü kurtaran cafcaflı tanımları olmaktan çıktı; önceleri kimya ve biyolojide, günümüzde ise toplumsal alanda, doğa üzerindeki denetimin genelleştirilmesi ve yaygınlaştırılması için birer araç haline geldiler.

Daha ileride göreceğimiz gibi, bilimsel ilerlemenin en önemli ve en verimli dönemleri, sınıfsal engellerin hiç değilse kısmen ortadan kaldırıldığı ve uygulama alanındaki insanlarla okumuşların eşit koşullarda kaynaştıkları dönemler olmuştur. Rönesans başı İtalya'sında, büyük devrimin Fransa'sında, 19. yüzyıl sonlarının Amerika'sında ve günümüzün yeni sosyalist cumhuriyetlerinde durum böyledir.

Tam da evrenselliği nedeniyle bilimin sınıfsal karakteri öylesine kanıksanmış durumda ki, bundan söz açılması bile bilim çevrelerinde çok büyük bir şaşkınlıkla karşılanıyor. Onlara göre bilim geleneğinin kendine özgü bir yolu vardır ve her türlü ekonomik ve politik görüşten tamamen bağımsız olarak bu yolda ilerler. Bunun anlamı, bilimsel geleneğin toplumsal ve özellikle de sınıfsal şartlanmasının -tarihe şöyle bir bakıldığında da görüleceği gibi- örtülü olduğu, yüzeye bakıldığında görülemediğidir. Bilim ilk kez çağımızda sınıfsal karakteri bakımından çözümlemeye tabi tutulmaktadır. İlk bakışta kaba, yüzeysel ve tartışmalı olmaya mahkûm gibi görünüyorsa da ondan kaçınılamaz. Bu çözümleme sonunda, bilim ve topluma dair çok daha derin bir kavrayışa ulaşmamızı sağlayacaktır.

1.5. GENEL DÜŞÜNCELERİN KAYNAĞI OLARAK DOĞA BİLİMİ

Bilimin pratik yararı, her ne kadar hem bilimsel ilerlemenin tükenmeyen bir kaynağı hem de bilimin değerini yitirmemesinin gü-

vencesiyse de, bilimsel ilerleme kavramı tekniğin sürekli gelişmesinden daha fazlasını içerir. Bilimin aynı ölçüde vazgeçilmez unsurlarından biri de, onun kuramsal başarılarını birbirine bağlayan ve bu başarılara sürekli artan düşünsel bir tutarlılık kazandıran kuramsal çerçevedir. Geçmişte ve hatta günümüzde bile bilim tarihi çoğu kez gerçeğin ideal yapısının tarihiymişçesine yazılmıştır. Böyle bir tarih, bilimin tüm toplumsal ve maddi unsurlarını hiçe sayarak, dolayısıyla da -daha önce belirttiğimiz ve bu kitap boyunca her yönüyle gözler önüne sereceğimiz gibi- onu bir saçmalığa indirgeyerek yazılabilir.

Öte yandan, kuram [teori], bilimde son derece önemli bir rol oynadığından ve bu rol son zamanlarda giderek olumlu bir yönde geliştiğinden, onu bütünüyle yadsımak da aynı ölçüde hatalı olacaktır. Gerçekten de, bilimin pek çok döneminde çalışmaların ana doğrultusunu belirleyen, kuramların kanıtlanması veya daha çok da çürütülmesi olmuştur: Örneğin 19. yüzyılın sonlarında Darwin'in evrim kuramının kanıtlanması biyolojiye, 17. yüzyılda Aristo'nun fiziğinin çürütülmesi ise mekaniğe yön vermiştir. Bununla birlikte, bilimsel çabaların böylesine özerk ve kapalı alanlarda yoğunlaşması büyük bir tehlikeyi de beraberinde getirir. Bu çabalar her ne kadar başlangıçta pratikten doğmuşlarsa da zamanla giderek artan bir hızla bu pratiklerden kopma, yararlılıklarını ve yön duygularını yitirme eğilimi gösterirler. Geçmişte, genellikle aydın bilgiçliği yüzünden -örneğin 19. yüzyıl Newton mekaniğinde olduğu gibi- solukları kesilmiş ve ancak tekrar pratiğe taşınmaları sayesinde yeniden canlanabilmişlerdir (18. yüzyılda pilin bulunmasıyla elektrik alanında görüldüğü gibi).

Bilimin geleneksel görüşü, bilimsel yasa ve kuramları kanıtlanmış gerçeklerden elde edilmiş doğru ve mantıksal sonuçlar olarak tanımlar. Bu sınırlamada katı bir biçimde ısrar edilmiş olsaydı, bilim belki de asla var olamazdı. Bilimsel yasaların, hipotezlerin ve kuramların, açıkladıklarını iddia ettikleri nesnel gerçeklere göre çok daha geniş anlamları vardır. Çoğu, büyük ölçüde ve ister istemez bilim insanını kaçınılmaz olarak şartlandıran, yaşadığı çağın bilim dışı düşünsel atmosferini yansıtırlar. Sonuç, doğa ve el sanatlarına özgü görüngülerin toplumsal, siyasal veya dinsel kavramlarla tanımlanmasıdır. Bu yüzden, ileride göreceğimiz gibi, Newton'un eylemsizlik

[inertia] kuramı, dinin o dönem hüküm süren akılcı yorumundan, Darwin'in doğal seçilim kuramı ise serbest rekabetin doğal adaletine ilişkin yaygın görüşten esinlenmiştir.

Bu düşünce tarzları bazen, geçerli, yani pratik olarak gerçekliği kanıtlanabilir bilimsel ilerlemelere yol açabilir. Bazen de bunlar, özellikle genel bir kabul gördüklerinde, bilimsel keşiflerin önünde engel oluştururlar. Keşif sırasında karşılaşılan en büyük güçlük, gerekli gözlemleri yapamamaktan çok, bunları yorumlarken var olan geleneksel görüşleri bir tarafa bırakamamaktır. Kopernick'in yeryüzünün hareketini, Harvey'in kan dolaşımını saptamalarından tutun, Einstein'ın esir görüşünü çürütmesine ve Planck'ın kuantum kuramını açıklamasına kadar geçen sürede gerçek mücadele, doğanın sırlarına varmaktan çok zamanında bilimin ilerlemesine katkıda bulunmuş olsalar bile artık eskimiş bulunan kökleşmiş görüşleri bertaraf edebilmek için verilmiştir. Bununla birlikte, bilimin ilerleyişi, evrenin geleneksel bir tablosunun ya da işleyen bir modelinin varlığına bağlıdır; bu ise kısmen gerçekliği kanıtlanabilir, kısmen de kanıtların aldatıcı veya tümüyle yanlış olduğu efsanevi bir varlıktır. Öte yandan, aynı derecede önemli bir diğer nokta, hem bilimden hem de toplumdan alınan öğelerden oluşan -ve daima öyle de olması gereken- bu geleneğin, zaman içinde sürekli ve çoğu kez şiddetli bir biçimde yerle bir edilerek maddi ve toplumsal dünyaların yeni deneyimlerin ışığında yeniden oluşturulması gereğidir.

Şu anda böyle bir dönemden geçiyoruz. İleri sanayi ülkelerinin ekonomilerinde bilimin oynadığı rolün artmasının, doğal görüngülerin çok daha derinlemesine ve kapsamlı bir biçimde kavranması ile aynı döneme denk gelmesi kesinlikle rastlantı değildir. Günümüzde, atomun yapısının ve canlı organizmalardaki kimyasal süreçlerin anlaşılması çarpıcı gelişmelerdir. Bu durum bilimsel kuramları şiddetle zorlamakta, görelilik ve kuantum mekaniği gibi yeni radikal kuramların hızla, birbiri ardına ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

Aynı zamanda ve büyük ölçüde aynı etkenlere bağlı olarak, Sovyetler Birliği'nde başlayan ve şimdi dünyanın her bir köşesine yayılan hızlı siyasi ve ekonomik dönüşümler, bilim ile toplum arasındaki ilişkilere tamamen farklı bir bakış açısını da beraberinde getirmekte-

dir. Bu durumun, kaçınılmaz olarak, günümüzde Marksist felsefenin ışığında eleştirel bir çözümlemeye tabi tutulan bilimsel kuram üzerinde derin etkileri olmaktadır. Bunu ileride ayrıntılarıyla ele alacağız. Bilim içinden ve dışından gelen bu birleşik etkenlerin sonucunda, günümüzde bilimin kuramsal temelleri tarihte eşi görülmemiş bir biçimde sorgulanmaktadır.

Materyalizm ve idealizm

Bununla birlikte, bilimin kendi içindeki kuramsal tartışmaların genel karakteri yeni değildir. Tarih incelendiğinde açıkça görüleceği gibi, bilimin doğuşundan bu yana biri resmi ve idealist, diğeri pratik ve materyalist olan birbirine karşıt iki ana eğilim arasında bazen gizli, bazen de açık bir mücadele süregelmiştir. Bu çatışmanın Yunan felsefesindeki baskın tema olduğunu göreceğiz; ancak mücadelenin kaynağı çok daha eskilerde, doğrusu sınıflı toplumların ilk kez ortaya çıktığı zamanlarda aranmalıdır. Çünkü tarafların genel toplumsal eğilimleri, daima kuşkuya yer bırakmayacak denli belirgin olmuştur.

İdealist taraf "düzen"in, aristokrasinin ve kurulu dinin tarafıdır; en güçlü savunucusu Platon'dur. Bu görüşe göre bilimin amacı, şeylerin neden öyle olduklarını açıklamak; onların özünün değiştirilmesinin olanaksız, bunun ümit edilmesinin de kâfirlik olduğunu ortaya koymaktır. Platon, cumhuriyetin kurulması ve "altın adamlar" dediği muhafızların gözetiminde sonsuza dek yaşatılması için tek yapılması gerekenin demokrasi gibi birkaç kusuru gidermek olduğunu düşünüyordu. Aşağı tabakalar bu devletin mükemmelliğini hemen anlayamayacaklarından, onlara maddi dünyanın aldatıcılığını ve dolayısıyla bu dünyadaki kötülüğün gerçek olmadığını kanıtlamak gerekiyordu. Bu düşsel dünyada kötü olan değişimdi; ideal, iyilik, doğruluk ve güzellik ölümsüz ve erişilmez şeylerdi; bu dünyada kolayca bulunamayacaklarından bunları gökyüzünde aramak gerekiyordu. Bu görüş bilimin, özellikle de astroloji ve fiziğin gelişimini derinden etkiledi; hatta bugün bile bu görüş daha ayrıntılı ve karmaşık biçimler altında bilime dayatılmak isteniyor.

Materyalist görüş ise, kısmen uygulamacı doğası, ama daha çok

da olası devrimci etkileri nedeniyle idealist görüşün tersine, asla ne tam anlamıyla ifadesini bulabildi ne de bulduğu ifadeler o denli uzun ömürlü olabildi.

Yine de materyalist görüşün gerek gücünü, gerek kurulu düzen açısından ne kadar tehlikeli olduğunu gösteren Lucretius'un Epikürcü şiiri *De Re Natura* (Eşyanın Doğası Üzerine) günümüze dek gelmeyi başarmıştır. Esas olarak nesnelerle ve onların hareketleriyle ilgili olan bu felsefe, doğa ve toplumun yukarıdan aşağıya doğru değil, aşağıdan yukarıya doğru açıklanmasıdır. Sürekli hareket halinde olan maddi dünyanın bitimsiz dengesini ve insanoğlunun kurallarını öğrenerek onu değiştirme gücüne erişebileceğini vurgular. Klasik materyalistler el sanatlarından uzak durduklarından, ileride göreceğimiz gibi, bu konuda fazla ileriye gidemediler. Sonraki dönemde materyalizmi yeniden formüle eden büyük materyalist Francis Bacon da onlar gibi bu alanda başarılı olamadı. Sanayi Devrimi'nin patlak vermesiyle birlikte bilim, siyasi ve dini nedenlerle idealizmi pohpohlamayı sürdürmesine karşın, uygulamada materyalistleşti. Materyalizm 19. yüzyılın ortalarına dek topluma, toplumun uğradığı dönüşümlere ilgi göstermediği ve bu yüzden siyaseti ve dini yorumlayamadığı için felsefi bakımdan yetersiz kaldı. Materyalizmin bunları kapsayacak şekilde genişlemesi ve dönüşmesi, Marx ve onu izleyen yandaşlarının gösterdiği çabalar sonucu gerçekleşti. (*1.27*) Başlangıçta siyasal ve ekonomik alanda etkili olan yeni diyalektik materyalizm, doğa bilimleri alanına yeni yeni girmektedir.

Bilimde idealist ve materyalist akımlar arasındaki mücadele, bilim tarihinin, en eski çağlardan günümüze dek süregelen bir unsuru olmuştur. Platon'un idealizmi, bir bakıma atom teorisinin kurucusu olan Demokritos'un materyalizmine bir yanıttır. Ortaçağ'da Roger Bacon, yürürlükteki Platoncu-Aristocu felsefeye karşı çıkarak pratik yararlılığı hedefleyen bir bilim önerdi ve bu yüzden hapse atıldı. Rönesans'ın, modern deneysel bilimin yaratılması için verdiği büyük mücadele sırasında, baş düşmanı, kilise tarafından desteklenen resmi Aristoculuktu. Geçtiğimiz yüzyılda, din ile bilim arasında Darwin'in evrim kuramı üzerine sürüp giden savaşımda da aynı karşıtlığı görmekteyiz. Materyalist bilimin peş peşe kazandığı zaferlere

karşın mücadelenin ortadan kalkmamış olması, bu mücadelenin aslında felsefi ve bilimsel olmayıp, siyasal savaşımların bilimsel alana yansıması olduğunu gösterir. İdealist felsefe, her aşamada hoşnutsuzlukların aldatıcı olduğu görünümünü vermeye ve var olan durumu haklı çıkarmaya çalıştı. Materyalist felsefe ise, her aşamada gerçeğin pratikle sınanmasına ve değişimin zorunluluğuna dayandı.

1.6. BİLİM VE TOPLUMUN KARŞILIKLI ETKİLEŞİMLERİ

Böylelikle, bir kurum, bir yöntem ve birikimci bir gelenek olan bilimin genel yönlerine, bilimle üretim güçleri ve genel ideoloji arasındaki bağlara bir göz atmış bulunuyoruz. şimdi artık kendimizi ille de bir tanım bulmaya zorlamaksızın, bu kitapta bilim denilince neyin kastedildiği açıklığa kavuşmuş olsa gerek. Bununla birlikte, kanıtları çoğaltmadan, okurdan bildirilen veya ima edilen sonuçları kabul etmesini istemek çok fazla olacaktır. Kitabın bundan sonraki bölümlerinde işte bu kanıtları ortaya koymaya çalışacağız. Gerçekten de bilimin ne anlama geldiğini ve nasıl bir geleceğe sahip olduğunu kavrama doğrultusunda adım atabilmenin tek yolu, bilim ile toplum arasında tarih boyunca süregelen etkileşimleri ayrıntılı olarak incelemektir.

Doğrusu, bilim ve toplum sayısız farklı biçimlerde birbirlerini karşılıklı olarak etkilemişlerdir. Birine veya diğerine yapılan vurgu, bu ikisinin karşılıklı ilişkileri üzerine son zamanlarda yürütülen tartışmaların konusu olmuştur. Alışıldık olan, bilimin toplum üzerindeki etkisiyle söze başlamaktır: elektromanyetik dalgaların bulunması gibi çarpıcı keşiflerin ilkin kuramsal olarak öngörülmesi, sonra bilimsel laboratuvarlarda ortaya çıkarılması, ardından mühendislerce denenmesi ve en sonunda radyo olarak günlük yaşamın bir parçası haline gelmesi akıllardan geçer. Ne var ki bu, bilimin gelişimi ve toplumu etkilemesinde ne tek ne de başlıca yoldur. Aynı biçimde, uygulama alanlarında bir şeyin yararlı, hatta çoğunlukla yararsız olduğu da pekâlâ gözlemlenebilir. Bilim insanı ya kayıtsızca ya da daha çok onu geliştirme düşüncesiyle o şeyle ilgilenir ve -her zaman değilse de- bazen onun oldukça farklı bir işe yaradığını keşfeder. Hatta

buhar makinesi üzerindeki çalışmalar sonucunda termodinamiğin doğuşu gibi yeni bir bilim dalı bile yaratılabilir (*5.3*). Burada önemli olan, ortak pratik deneyimin, deyim yerindeyse bilimsel bir cazibe merkezi oluşturması ve bilimin ilerleyişinin, sürekli değişen genel ekonomik ve teknik ilgi alanlarını izlemesidir.

Bu kitap, bir bilim tarihi olma iddiasında değildir; ana teması, esas olarak bilim ve toplum arasındaki bu karşılıklı etkileşimdir. Bir taraf tutulması gerekirse, tarihin bilim üzerindeki etkisinden çok -ki bu konuda çok şey yazılıp çizildi *3.1; 4.1* – bilimin tarih üzerindeki etkisinden yana olacaktır. Oysa bilimin tarih üzerindeki etkisi geçmişte büyük ölçüde yadsınmış ya da en iyi olasılıkla üstün körü veya yanıltıcı bir biçimde ele alınmıştır. Bunun nedeni, profesyonel tarihçilerin pek çoğunun bilimin yaptığı katkı ve etkilerin önemini anlamaya, hiç değilse onları fark etmeye yetecek niteliklerden yoksun olmalarıdır. Öte yandan, bilim tarihçileri de doğal bilgideki artışın doğurduğu kapsamlı tarihsel sonuçları fazla önemsememişlerdir. Resmi tarih yazılarında, bilimi edebiyat ve sanatla yan yana koyma ve bilimi her bir tarihsel dönemin siyasi veya günümüzde az da olsa ekonomik anlatısına bir tür kültürel uzantı olarak ekleme eğilimi olmuştur. Oysa bilimin tekniğe ve düşünceye yaptığı katkılara, tarih anlatısının ana bölümü içinde yer verilmektedir. Bu yapılmadığı içindir ki, ana tarihsel karakter -yani sürekli ilerleyen ve kendi kendini tekrarlamayan unsur- tarih anlatımı içinde kaybolup gitmiştir. Bunun yerine bize sunulan, toplumun kişisel ve kurumsal ilişkilerinin bir dökümünden ibarettir; üstelik bu ilişkilerin neden değişik biçimlerde sonsuza kadar tekrarlanamayacağına dair tek bir ipucu bile verilmemektedir. İlerici eğilimlerin gözlerden saklanması olanaksız olduğundan bilim dışı tarihçi ya açıkça konuya değinmekten kaçınmak ya da Spengler'in takdir-i ilahisi veya Toynbee'nin sözüm ona uygarlığın gelişme ve çöküş yasasında olduğu gibi mistik anlatımlara başvurmak zorunda kalır. Oysa, karakteristik biçimde *tarihsel* olan, geri döndürülemez ve yeniliklere yol açan adımları ancak bilimin ışığında anlayabiliriz.

Daha önce değinildiği ve ileriki bölümlerde ayrıntılarıyla ele alınacağı gibi bilim, tarihi başlıca iki önemli biçimde etkiler: ilkin üretim yöntemlerinde değişikliklere yol açarak; ardından buluşları

ve görüşleriyle dönemin ideolojisi üzerinde etkide bulunarak. Bu ikincisi daha doğrudan ama birincisine oranla daha önemsizdir. Bilimin bir yandan teknikten, diğer yandan dinden doğup ayrışarak var olmasını sağlayan bunların birincisidir. Sınırlı bir alanda da olsa, mantığa dayalı ve deneyle kanıtlanabilen bir düşünce sisteminden yararlanılarak teknikte ilerlemelere yol açan yeni bir yöntem bir kez bulundu mu, bilimin üretim yöntemlerini sınırsız bir biçimde etkilemesinin yolu açılmış demektir. Ardından bu yöntemler de üretim ilişkilerini etkileyecek; böylece ekonomik ve siyasal gelişmeler üzerinde de muazzam bir etkiye sahip olacaktır.

Bilimin görüşleri aracılığıyla sahip olduğu bir diğer etkisi de en az ilki kadar eskidir. Bilimsel görüşler bir kez biçimlendiler mi, artık insan düşüncesinin ortak malı olurlar. Antik çağlardan Rönesans'a, oradan günümüze gelinceye dek insanoğlunun evren ve bu evrende kendisinin yeri konusundaki anlayışında meydana gelen büyük devrimlerde bilim çok önemli bir rol oynamıştır. Galileo ve Newton tarafından başlatılan basit doğa yasasının egemenliği, aynı zamanda basit deizme [yaradancılık], ekonomide *laisser-faire* [bırakınız yapsınlar]'e, politikada liberalizme geçişi haklı çıkarıyor gibi görünmekteydi. Darwin'in doğal seçilimi, kaynağını böylesine liberal bir ideolojiden almasına karşın, en uygun olanın ayakta kalması sloganı altında insafsızca sömürüyü ve ırkçı zorbalığı haklı çıkarmakta kullanıldı. Evrim, daha derinlemesine kavrandığında ise, tam tersine insanın toplum aracılığıyla hayvanların biyolojik evriminin sınırlarını aşabileceği, daha kapsamlı ve bilinçle yönlendirilen toplumsal bir evrimi gerçekleştirebileceği görülmekteydi.

Bilimsel bilgi ve bilimsel yöntem, eskisi kadar belirgin olmasa da giderek daha güçlü bir biçimde düşünce, kültür ve siyasetin seyrini etkilemektedir. Bilim, insanlığın kendisinden çok daha eski olan kurumlarına yakından bağlı olsa da onlardan ayrılmakta ve kendisi bir kurum olma yolunda ilerlemektedir. Onlardan ayrıldığı nokta, henüz toplum içinde diğerlerininkine denk bir konum edinememiş olmasıdır. Bilimin insan ilişkileri üzerinde kendini bütün ağırlığıyla hissettirebilmesi için, kat etmesi gereken uzun bir yol vardır.

Bu kitap, toplum bilimlerine ayrılan iki bölüm (12. ve 13. bö-

lümler) dışında, ağırlıklı olarak doğa bilimleri üzerinde duracaktır. Bunun nedeni, Marksizmin etkisini göstermeye başladığı yakın zamana dek insan bilgisinin neredeyse en eski alanlarından biri olan toplumdaki insan ilişkilerine dair tartışmanın, büyücülük ve dinin ağlarından kurtulamamış olmasıdır. İleride de göreceğimiz gibi, gelişme aşamasında olan toplum bilimleri, yakın zamanlarda kapitalizmin ekonomik ve siyasi temellerini çözümlemek ve değiştirmek için kullanılabilecekleri korkusuyla tamamen güdükleştirilmişlerdir. Doğa bilimlerinin etkisiyle üretim tarzında meydana gelen değişikliklerin hem plansız hem de anlaşılamaz oluşunun, üstelik çoğunlukla, günümüzde de olduğu gibi, felaketlere yol açmasının nedeni de kısmen budur. Toplumsal etkinlikler üzerinde doyurucu ve ileriye taşıyıcı bir denetim kurulmasını sağlamanın tek yolu gerçek toplumbiliminin doğa bilimleriyle kaynaştırılmasıdır.

İnsanlık daima, değişik çağlarda gerçek inanç ve doğru eylem olarak kabul edilen şeylerin temelini oluşturan bir "Büyük Gelenek"e sahip olmuştur. Tarih öncesinin bilinmeyen çağlarından doğup bugünlere geldiğini söyleyebileceğimiz bu gelenek, Akdeniz ülkelerinde, Hindistan'da ve Çin'de kısmen bağımsız kollarını görsek de, esasen tektir, bir tanedir. Bu büyük geleneğin gelişimi ve değişimi bilim olmadan anlaşılamaz. Ancak, aynı şekilde bilim de bu ortak geleneğin doğal bir parçası olarak görülmedikçe kavranamaz.

Bu kitabın geri kalan kısmında, farklı çağlar ve o çağlardaki bilimler incelenerek kültürel tarih içinde bilimin genel yeri saptanmaya çalışılacaktır. Önsözde belirtilen plan uyarınca ilk ortaya çıkışından günümüze dek bilimin izlediği yol, giderek daha kapsamlı ve ayrıntılı bir biçimde mercek altına alınacaktır. Hikâye ilerledikçe, bu bölüme sıkıştırılan soyut ilişkileri anlamak ve bunların doğal bir biçimde insanlığın tarihsel deneyimi içinde doğup geliştiklerini görmek kolaylaşacaktır.

II. KISIM

ANTİK DÜNYADA BİLİM

Giriş

Bugün, kendi geleneği ve kendine özgü yöntemleriyle toplumsal bir kurum olarak bildiğimiz bilimi anlayabilmemiz için, öncelikle onun kökenlerine bakmamız gerekir. Bilimin kökenleri incelendiğinde ikili bir sorun ortaya çıkar: Birincisi, tüm köken araştırmalarında olduğu gibi, çok gerilere gidip temel icatların yapıldığı kritik dönemlere vardığımızda, gerçekte olup bitenin ne olduğunu bulup ortaya çıkarmak güçleşir. Ancak, bilim söz konusu olunca iş daha da zorlaşır. Çünkü bilim ilk bakışta tanınabilecek bir biçimde karşımıza çıkmaz; belirli zamanların kültürel yaşamının genel yönlerinden giderek ayırt edilmesi, sanat tarihi ve insana özgü kurumlar içinde saklı bulunan kaynaklarına inilmesi gerekir.

Doğa bilimlerinin temel niteliğini belirleyen, maddenin etkili bir biçimde kullanılması ve dönüştürülmesi sorunuyla ilgilenmesidir. Dolayısıyla bilim, esas olarak kaynağını ilkel insanın uygulama tekniklerinden alır. Bu teknikler ezber yoluyla öğrenilemezler; gözle görülüp taklit edilmeleri gerekir. Bununla birlikte, bilimin aktarılması ilkin sözle, sonra yazıyla olmuştur; nitekim bilimin düşünce ve kuramları toplumsal yaşamdan elde edilir ve sırasıyla sihir, din ve felsefe içinde sunulur.

Antik çağların kültürü kesintisiz bir gelenek zinciriyle bugünkü kültürümüzü etkilemektedir; üstelik bu zincirin yalnızca son halkaları yazılıdır. Son derece karmaşık ve ayrıntılı olan bugünkü gelişkin mekanik ve bilimsel uygarlığımız, bir bütün olarak uzak geçmişin maddi tekniği ile toplumsal kurumlarından, diğer bir deyişle atalarımızın zanaatları ve göreneklerinden doğup gelişmiştir. Bu zanaatları

ve görenekleri bulup ortaya çıkarmak tarihçilerin ve onlarla birlikte çalışan diğer bilim insanlarının -arkeologların, antropologların ve filologların- görevidir. Geçmişin somut ve yazılı belgeleri ile ilkel ve uygar halkların bugünkü görenekleri ve dillerinin çözümlenmesi üzerinde çalışılmak durumundadır.

Bu eski dönemlere ait olgular bölük pörçük bir haldedir, çok iyi bilinmemektedir ve bunları bir araya getirip tutarlı bir bütün oluşturmak oldukça güçtür. Ayrıca, bu iş özel alanlarda uzmanlaşmış kişilerin harcıdır ve onlar da genellikle kültürlerin doğru sıralanışını saptamak ve aralarındaki etkileşimi ortaya çıkarmakla ilgilenmişler, bilimlerin kökenlerini ve etkilerini araştırma sorununa pek kafa yormamışlardır. Ben ne bir tarihçi, ne de bilge bir eğitimciyim [scholar], yalnızca araştırma yapan bir bilim insanıyım. Dolayısıyla, yaptığım yeniden tanımlamalar kuşkusuz geçicidir ve her türlü eleştiriye açıktır. Kaldı ki tutarlı ve akla yatkın bir tablo, ancak bu eleştiriler ve onların yön vereceği araştırmalar sonunda ortaya konulabilir.

Elbette, ilk çağlardan hiç söz etmeden geçmek de olasıydı. O dönemlere hiç değinmeksizin, ortaçağ biliminin değilse de modern bilimin tamamen anlaşılır bir tarihçesi yazılabilirdi pekâlâ. Ama böyle yapmak aldatıcı olacaktı. Çünkü bu durumda, aslında antik döneme özgü olan belirli bilimsel ve toplumsal etkenlerin sonuçları ya kanıtlanmaya gerek duyulmayacak denli ortada ya da rastlantısal olgular olarak kabul edilmiş olurdu. Örneğin, modern bilimin başlangıcına işaret eden, gökyüzündeki küre biçimli cisimlerin dönüşü üzerine yürütülen büyük tartışma, bu kürelerin mitolojik-kozmolojik kökeni bilinmeden -ki o da Mezopotamya kültürünün ilk çağlarına dek uzanmaktadır- anlaşılamaz.

Bu bölümde, bilimin ortaya çıkışını ve kendi kişiliğini buluşunu, ilk insan toplumlarının gelişmesiyle ilişkisi içinde ana hatlarıyla göstermeye çalışacağım. İncelenen tarihsel dönem, bir dönüm noktası olan tarımın bulunmasıyla iki ana evreye ayrılmaktadır. Birinci evre, yiyecek toplama ve avlanmaya dayalı Yontma Taş Devri'nin (Paleolitik) alt ve üst aşamalarını kapsar. İkinci evrede ilkel köy tarımı (Neolitik); Mısır, Mezopotamya, Hindistan ve Çin'deki ilk kent ve nehir kültürleri (Tunç Devri) ve son olarak da Klasik Yunan ve Ro-

ma uygarlıklarını da içeren, ticarete dayalı bağımsız kentler (Demir Devri) dönemi yer alır. Kitabımızın amaçları bakımından bu son dönemi ayrı bir bölümde ele almamız daha uygun olacaktır. Bunun bir nedeni, elimizde yazılı kaynaklar bulunduğundan bu dönemi çok daha iyi bilmemizdir; fakat asıl önemlisi, bu dönemin geleneğinden doğrudan doğruya modern bilim geleneğine geçilmiş olmasıdır. Dolayısıyla, ikinci kısım üç bölüme ayrılmıştır: 2. Bölüm, Poleolitik; 3. Bölüm, Neolitik ve Tunç Devri; 4. Bölüm, Demir Devri ve Klasik dönem.

Bu dönemlerin her birinde insanlar bilimin zorunlu temelleri olan tekniklerin ve düşüncelerin gelişimine katkıda bulundular. Paleolitik Çağ'da, ateşin kullanılması da içinde olmak üzere maddeleri kullanmanın ve biçimlendirmenin belli başlı bütün yöntemleri, vahşi doğadaki hayvanlar ve bitkilerin varlığı ile bunların nerede bulundukları, yapıları, özellikleri vb. üzerine pratik bilgiler ve ayrıca temel toplumsal icatlar olan akrabalık, dil, ritüel ve resim geliştirildi. Neolitik Çağ'ın köy kültürü, tarımın yanı sıra dokuma ve çömlekçiliği, resimli sembolizmi ve örgütlü dini getirdi. Tunç Devri bunlara metalleri, mimarlığı, tekerleği ve diğer mekanik aygıtları ekledi; daha da önemlisi, uygarlığın uygar'ı [civil][1] ile politikanın polis'i[2] olan can alıcı kent olgusu kendisini gösterdi. Teknik ilerlemelerin yanı sıra tüm bir düşünsel, ekonomik ve siyasi yenilikler de -rakamlar, yazı, ticaret- yeni gelişmiş bir sınıf sistemi ve örgütlenmiş hükümet çerçevesi içinde kent sayesinde mümkün oldu. Bilinçli bir bilim doğmaya başlamıştı bile; astronomi, tıp ve kimya, her biri ayrı bir disiplin olarak ilk geleneklerini edindiler.

Demir Devri, maddi tekniklerde esaslı bir dönüşüme yol açmasa da var olan birikime camı, daha gelişmiş aletleri ve makineleri ekledi. Başlıca katkısı yeni ucuz metalin -demirin- kullanılması ile uygarlığı dört bir tarafa yaymak oldu. Bununla birlikte, toplumsal alanda alfabenin, paranın, siyasetin ve felsefenin bulunması, teknik-

---

1 Civilisation (uygarlık) sözcüğü, yurttaş-kentli anlamına gelen civilis'ten türetilmiştir.

2 Polis ise site devleti anlamına gelmektedir ve politika (politics) sözcüğünün kökenini oluşturur.

lerle bilimin gelişmesine ve yayılmasına zemin hazırladı. Yunanlılar daha eski imparatorlukların deneyimlerinden yararlanarak günümüz bilimiyle doğrudan bağlantılı olduğunu bildiğimiz ilk tümüyle akılcı bilimi bu dönemde yerli yerine oturtup geliştirdiler. Ne var ki, Klasik Çağ aynı zamanda savaşların, toplumsal çatışmaların, kölelik ve baskının hüküm sürdüğü dönemlerden biriydi. Bu dönemin son ifadesi olan Roma İmparatorluğu'nun bilime katkısı az, kamusal işlere ve hukuka katkısı çok oldu. Barındırdığı iç çelişkileri nedeniyle giderek siyasal ve entelektüel bakımdan çürümeye yüz tuttu ve onun çöküşüyle birlikte Klasik Antik Çağ bilimi de karanlığa gömüldü. Buna karşılık Persiya [İran], Hindistan ve Çin'de benzer dallar gelişip çiçeklenmeye ve yeni bir atılımın yolunu hazırlamaya devam ettiler.

2. Bölüm

İLK İNSAN TOPLULUKLARI-YONTMA TAŞ DEVRİ

2.1. TOPLUMUN KÖKENİ

Bilimin ilk kökenlerini bulabilmek için insanlık kültürünün teknik ve ideolojik yönleri arasında temel bir ayrımın var olmadığı döneme –insanlığın kendi kökenine– inmemiz gerekir. İnsanları hayvanlardan ayıran ilk ve en temel olgu, insanların salt bedensel yeteneklerine yeni bir boyut kazandıran maddi bir kültüre sahip sürekli toplumlar kurmalarıdır.

Böyle *toplumlar*, hayvan sürülerinden farklı olarak, bireylerin tek başına yapabileceklerinden daha iyi besin bulma ve korunma yöntemleri ile bu yöntemleri kesintisiz bir gelenek biçiminde yeni kuşaklara aktaracakları araçları bulmuş olmalılar. İlkel insanlar, henüz maymunsu varlıklardan evrimleşme süreçlerinde, nesneleri *görmeleri, elle yakalamaları ve tutmaları* için gerekli bedensel ve zihinsel donanımı miras almışlardı. Ayrıca, en başından beri, geçimlerini daha genelleştirilmiş bir yolla sağlamaları sayesinde, belli bir yönde gelişmiş özel bedenlere ve davranış biçimlerine sahip büyük memelilerin pek çoğundan farklı, üstün bir *öğrenme* yetisine sahip oldukları anlaşılıyor. El-göz becerilerinin bu öğrenme yetisiyle **2.16** birleşmesi alet kullanmalarına olanak tanıdı. Bu alet, önceleri yerden rasgele alınmış bir dal veya taştı. Daha sonra, belirli bir amaç doğrultusunda önceden düşünülerek seçilmiş ve biçimlendirilmiş bir dal veya taş oldu. Bu tür ilerlemeler bireylerle sınırlı kaldığı sürece, ne denli yetenekli ve akıllıca olursa olsun gerçek anlamıyla insanlığı oluşturmaya yetmezdi. Herhangi bir aletin herkes tarafından kullanılabilmesi ve zamanla geliştirilebilmesi için onun yapılışı ve kullanımı *öğretilmek* ve *öğrenilmek* zorundadır. Alet *gelenek* yoluyla etkin bir biçimde

standartlaştırılmalıdır. Bu da sürekliliği olan bir toplumu gerektirir.

İnsan toplumlarının sürekliliğini zorunlu kılan ve güvence altına alan bir başka etken de, insan yavrusunun hayvanlarınkinden farklı olarak ancak uzun bir süre sonra kendi başının çaresine bakabilecek duruma gelmesidir. Bu durum, farklı kuşakların -özellikle de kadınların- bir araya gelmesiyle fiilen ölümsüz bir aile grubunun oluşmasına yol açar. Büyükanneler, anneler ve kızlar, insan geleneğinin kesintisiz sürmesini sağlarlar. İlkel toplumlarda kabilenin varlığını sürdürmesinin kadınlara bağlı olmasının esas nedeni budur. Akrabalık annelere göre saptandığından bu toplumlara *ana soylu [matrilinear]* toplumlar denir. Atalarımızınki de içinde olmak üzere tüm toplumlarda büyük bir ana soylu evrenin yaşanmış olduğu görülüyor. **2.40** Hatta en erken dönemlerinde grubun kadınlar tarafından yönetildiği bile söylenebilir. Dolayısıyla o dönemde bu toplumlar aynı zamanda *anaerkil [matriarchal]*'diler.

İnsan toplumuna özel üstünlükler kazandıran yöntemler, büyük ölçüde yiyeceğin avlanması, toplanması, taşınması ve hazırlanmasında maddi *aletler* kullanılmasına ve aynı zamanda bu işlerin elbirliği içinde yapılmasını sağlayan hızlı bir iletişim aracının, diğer bir deyişle *dilin*, varlığına bağlıydı. Alet kullanılması sayesinde insan yaşadığı çevre üzerinde, kusursuz dişlere veya boynuzlara sahip bir hayvandan daha etkili ve daha yaygın bir denetim kurar. Seslenme ve el-kol hareketleri yoluyla dil, araçların en etkili bir biçimde nasıl kullanılacağını göstermenin yanı sıra hem toplumun uyumunu hem de onun kültür birikiminin gelecek kuşaklara aktarılmasını sağlar.

2.2. İLKEL YAŞAMIN MADDİ TEMELİ

Araçlar ve aletler

Araçlar aslında insan uzuvlarının uzantılarıdır. Taş yumruk ve dişin; sopa kolun; heybe ve sepet el ya da ağzın uzantısıdır. Bir hedefe atılan taş gibi, bedenin izdüşümü olan yepyeni bir uzantı türü de vardır. Bu türde kaba araçlar belli bir amaç doğrultusunda tasarlanarak biçimlendirilmeye başlandıktan sonra araçların seçimi ve kullanımı için gerekli toplumsal denetim daha da zorunlu hale geldi.

Böylece, her türlü aracın kullanımı, biçimi ve yapılış tarzı toplum tarafından belirlenir oldu.

İlkel yaşamda geleneğin sürekliliği, arkeolojik bulguların en başından beri, ilkel insan tarafından yapılan nesnelerde kendini göstermektedir. Çağımızdaki ilkel toplumların yaşamlarından bu nesnelere dair hiçbir bilgi edinememiş olsaydık bile, yine de bu nesnelerde onların toplumsal kökenlerinin izlerini bulabilirdik. Her türden araç, tüm kültürlerde ve bölgelerde hemen hemen birbirinin aynısıdır ve uzun dönemler boyunca, çok geniş alanlar içinde pek az farklılık gösterir. Taştan yapılmış en basit el baltaları bile oldukça ayrıntılı bir yontma süreci sonucunda biçimlendirilmiş olmalıdır. Uygar insanın bu süreci öğrenmesi epeyce uzun bir zaman alacaktır. Bu biçimin olduğu gibi korunmuş olması olgusu, teknik geleneğin son derece istikrarlı olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle, çakmaktaşından yapılan bir aletin biçimlendirilmesi bile başlı başına kurumsal bir kültürel etkinliktir; gözlemlediğimiz benzerliğin sağlanabilmesi için bu işin öğrenilmesi ve büyük bir özenle yerine getirilmesi gerekmektedir. ***2.36.78***

Bu benzerlik yine de mutlak değildir. Günümüz tekniğine gelinceye dek ilerlemeler, esinlenmeler ve birleşmeler gibi, aşamalı bir evrimin ürünü olan kaçınılmaz değişimler görülür. Ama burada önemli olan, toplumsal olarak koşullanan insanın kültürün her aşamasında standart diyebileceğimiz yeniden üretilebilir bir araç-gereç takımını elinin altında bulundurmasıdır. Her kabile, yaşamını sürdürme tarzına uygun özel bir araç-gereç takımına sahip olmakla birlikte, bu takımların çoğu uçsuz bucaksız bölgelere yayılmış durumdadır. En eski ilkel insan topluluklarıyla birlikte başlayan, bu standart takımlar meydana getirme alışkanlığı, teknik kültürün kesintisiz biçimde günümüze kadar gelmesinde başlıca etken olmuştur.

Standartlaştırılmış araç-gereçlerin varlığı bir şeye daha işaret etmektedir. O aracın *düşüncesi*'nin varlığı, aracı yapan kişinin zihninde henüz araç yapılmaya başlamadan önce mevcuttur. Dahası, yapımı yarım kalmış bazı çakmaktaşlarının üzerinde, taşın nasıl işleneceğini gösteren çizimlere rastlanmıştır. Bu bilinçli öngörü deneyimi daha sonra *tasarım* ve *plan* deneyimine, oradan da bilime özgü

deneysel yönteme dönüşecektir. Sürekli olarak deneme-yanılma yöntemine bel bağlamak yerine, bir nesneyi modeller veya çizimlerden yararlanarak yapma doğrultusunda çeşitli yöntemler denenerek bu sonuca varılmıştır.

Bir araç, örneğin yerden alınıp fırlatılan bir taş, insanın teknik ilerlemesinin başlangıcıdır; alet bir kez geliştirildikten sonra, bu ilerleme süreci artık sınır tanımaz olur. Alet - araç yapmak için kullanılan araç-, doğadan öylesine seçilip alınan araçlara nazaran çok daha farklı türden araçlar yapmaya olanak sağlar. Maddi nesneler üzerinde fiziksel işlemler uyguladığımız çağdaş tekniklerin tümünün kökeninde, ilkin taşın yontulması, ardından cilalanması, daha sonra da metalin dövülmesi ve kalıba dökülmesi yoluyla alet yapılması süreci yatar. Taştan yapılan ilk el aletleri, vurdukları şeyi parçalarlardı yalnızca; sonradan yarmaya, kesmeye, kazımaya ve delmeye yarayan aletler de geliştirildi. **2.30a** Alet yapma ve alet kullanma pratiği sayesinde insanlar pek çok doğal ürünün mekanik özelliklerini öğrendiler ve böylece *fiziksel* bilimin temelleri atıldı. Alet kullanılması avcılığı çok daha verimli kılmanın yanı sıra odun, kemik ve deri gibi daha yumuşak malzemelere biçim vermeye ve onları kullanıma elverişli hale getirmeye de yaradı. İnsanlar ya da daha doğrusu büyük olasılıkla kadınlar, aynı zamanda nesneleri bir araya getirmeye de başladılar: İğneliyor, dikiyor, bağlıyor, büküyor, örüyor ve dokuyorlardı. Böylece içine yiyecek, su ve taşınabilir nesnelerin konulduğu kaplar evrildi.

Giyinme

Bazı şeyleri –önceleri yalnızca yiyecekleri ve araç-gereçleri– bir yerden bir yere daha rahat taşıma ihtiyacından, bedenin gerekli yerlerini, saçları, boynu, beli, el ve ayak bileklerini geçici veya sürekli olarak bir şeylerle örtme-sarma alışkanlığı doğmuş olmalı. Bu eklentiler giderek ayırt edici ve süsleyici oldular. Zamanla bunlara kuş tüyleri, kemikler ve deriler eklendi. Derken, kürklü derilerin soğuk gecelerde ve kışın insanı sıcak tuttuğu fark edildi. Bu bir dönüm noktasıydı. İlkin tek parça deri pelerinler ve etekler, ardından günümüz Eskimolarının giydiklerine benzer tüm vücudu saran biçilip dikil-

miş *giysiler* ortaya çıktı. Bütün bunlar, deriden yapılmış ayak koruyucuları ile birlikte, ilkel insanın gerek yer gerek mevsim koşulları bakımından yaşam alanını alabildiğine genişletti. Rüzgâr setleri ile dal ve yapraklardan yapılan barınaklar da, yerleşik tarım başlayıncaya kadar daha az ölçüde de olsa benzer işlev gördüler. Zamanla bu barınaklar kulübe ve evlere dönüştü.

Ateş ve pişirme

Örgü ve dikişe varıncaya dek insan soyunun ilk mekanik başarılarının hemen hepsi gelişmiş hayvan türleri, kuşlar ve hatta böcekler tarafından daha önceden gerçekleştirilmişti. Ancak, tüm bunlardan daha önce gelmiş olması gereken bir buluş -*ateşin* kullanılması- hiçbir hayvanın erişemediği bir başarıydı. İnsanın ateşi nasıl bulduğu ve onu denetim altına alıp yararlanmayı nasıl göze alabildiğini henüz bilmiyoruz. Doğal ateş, ya volkanlar veya doğal gaz yataklarının yakınları ya da çok nadir olarak orman yangınları gibi sınırlı özel yerlerde bulunurdu. Ateşin korunması ve bir yerden bir yere taşınması, başlangıçta son derece ürkütücü, tehlikeli ve güç bir iş olsa gerek. Ateş efsaneleri ve masallarının tüm dünyayı kapsayacak ölçüde yaygın oluşu bunu kanıtlıyor. Ateş önceleri, soğuk gecelerde vücudu ısıtmak -Avustralya yerlileri yanlarında daima ateş çubukları taşırlar; soğuk havalarda giysi giymek yerine bunları kullanırlar- ve hayvanları ürkütmek amacıyla kullanılmış olmalı. Yemek pişirme, ancak kamp ateşinin yerleşik bir gelenek haline gelmesinden sonra başlamış olmalıdır.

Alet ve ateş kullanan hayvan artık bilimsel insan olma yolundadır. Fiziki ve mekanik bilimin temeli alet ise, kimya biliminin temeli de ateştir. Her şeyden önce, son derece basit ve özünde kimyasal bir işlem olan *yemek pişirme* ortaya çıkmıştır. Neredeyse tamamen rastlantısal olduğu görülen ateşin bu ilk kullanım biçiminden, önce çömlekçilikte ardından da metal yapımında olduğu gibi, daha kesin olarak denetlenebilen ve daha bilimsel olan kullanım biçimleri doğdu. Şişe geçirilen etleri kızartmak hatta bazı kökleri küle basmak pek zor sayılmaz; oysa kaynatma işlemi gerçekten büyük bir sorun oluşturmaktadır ve bu sorunun çözümü insanı çok daha ileri noktalara

götürmüştür. Akla gelen ilk parlak düşünce, deri kovaların ya da su sızdırmaz sepetlerin içine sıcak taşlar atarak suyu ısıtmaktı. Nitekim tarih öncesinden kalan yerleşim alanlarının çevresinde ısıtılıp soğutulmaktan çatlamış taşlar bulunmuştur. Ne var ki asıl can alıcı buluş, kalın bir kil tabakasıyla sıvanmış sepetin ateşin üzerine konulabileceğinin keşfedilmesi oldu; bu buluş süreç içinde fiili olarak kanıtlandı. Zamanla, muhtemelen Yontma Taş Devri'nin sonlarına doğru, sepetten vazgeçilerek içine su konulabilen, ateşe dayanıklı kilden çömlekler yapılmaya başlandı. Ne var ki, çömlekler ağırdı ve av seferleri sırasında taşınmaları güçtü; bu yüzden su kaynatma işlemi bir lüks olarak kalmaya devam etti. Kuzey Amerika Kızılderilileri arasında "haşlanmış et" sözcüğü ziyafetle eşanlamlı olarak kullanılır.

Daha sonra, içinde sıvıları uzun süre tutabilen kapların kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, daha yavaş gelişen kimyasal değişimler -mayalanma- dikkati çekti ve kullanılır hale geldi. Buradan yeni bilgilere ulaşıldı ve sonunda, ayıraçlara batırıp çıkarma veya yatırma işlemiyle maddeleri dönüştürme düşüncesine varıldı. Bu alandaki ilk zaferler tabaklama ve boyama sanatlarında elde edildi. Böylece, daha Yontma Taş Devri'nde, sonradan rasyonel *kimya*nın doğuşuna temel oluşturacak olan bir dizi pratik yöntem geliştirildi.

Hayvanlarla ilgili bilgiler

İşlevsel bilgi ile aletlerin ve ateşin kullanılması, insana özgü birikmiş ve [kuşaktan kuşağa] aktarılmış deneyimlerden yararlanma olgusunun yalnızca bir ve belki de en küçük parçasıdır. Bundan önce gelen ve daha önemli olan, gözleme dayalı doğa bilgisiydi; genel anlamda doğa değil, insanların temel gereksinmelerini, öncelikle de yiyecek ihtiyacını karşılayan yönüyle doğa. Böylelikle hayvanların davranışları ve bitkilerin özellikleri hakkında elde edilen bilgiler, günümüz *biyolojik* bilimlerin temellerini oluşturmuştur. İlkel insanların ilgilerinin büyük kısmı bitki ve hayvanlara ilişkin bilgilerin toplanması ve başkalarına aktarılmasına yönelmiş olmalı. Hareketlerinin ilginç, avlanmalarının ise hem heyecanlı hem de tehlikeli olması nedeniyle en çok ilgiyi toplayanlar hayvanlar oldu.

İlkel sanat

Günümüzde halen avcılık aşamasında bulunan ve pek çoğu ayinlerinde hayvan figürlerinden oluşan hareketlere yer veren bütün kabilelerin sahip olduğu ayrıntılı doğa bilgisi bunu kanıtlıyor. Bunun geçmişte de böyle olduğu, hemen hepsi hayvanlara ilişkin olan ve çok geniş bir alana yayılmış bulunan mağara resimlerinde, figürlerden ve yontulardan anlaşılmaktadır. Bu betimlemeler, yalnızca dış görünümü sunmakla yetinmemekte, çoğu kez kemikleri, kalp ve diğer iç organlarla birlikte bağırsakları da göstermektedir. Bu da *anatomi* biliminin kökenlerinin av hayvanlarının kesilip biçilmesinden doğduğuna bir kanıt olarak sunulabilir. Gerçekten de resimsel betimlemenin tekniklerini, yaşamın bu biyolojik cephesine borçluyuz. Bu teknikler yalnızca görsel sanatların değil, rasyonel bilimi mümkün kılan grafik sembolizmin, matematiğin ve yazının da kaynağını oluşturur.

2.3. İLKEL YAŞAMIN TOPLUMSAL TEMELİ

Dil

Böylesi bir ayrıntılandırmanın olanaklı hale gelmesinden uzun zaman önce insan toplumu, uyum içinde bir arada yaşamanın ve gelişmenin en güçlü aracı olan dili geliştirdi. Bizzat dil, muhtemelen üretim araçlarının ilkidir. Çıplak elleriyle ya da eğri büğrü sopalar ve yamuk yumuk taşlarla bir avın peşine düşmüş insanların bu takip sırasında işbirliğinde bulunabilmeleri yalnızca ve yalnızca el-kol hareketlerinin ve sözcüklerin kullanılmasıyla mümkündür. Amaçları doğrultusunda henüz bir araç geliştirmeden çok daha önce bunlardan yararlanmış olsalar gerek. İlk dil, insanların hareketleri ve alet yapımı da içinde olmakla birlikte esas olarak yiyecek toplama işinde kullanılmış olmalıdır.

Dilin ne kadar erken edinilmiş olması, insan beyninin kalıtsal anatomik yapısını ne ölçüde etkilemiş olduğuna bakılarak da anlaşılabilir. İnsan beyninin yarıdan fazlasını kaplayan göz ve elin uyum içinde çalışması sistemi aslında, maymunsu bir atadan miras alınanın yalnızca daha gelişmiş halidir. Öte yandan, kulak ve dil uyumu

sistemi bu kadar geniş bir alan tutmaz ve yeni sayılabilecek bir oluşumdur.

Bütün memeliler, seslerini şu ya da bu ölçüde toplumsal iletişim amacıyla kullanırlar; fakat bu çoğunlukla -cinsel arzu, öfke ya da korku vb.- bir duyguyu iletmek içindir ve bu türden sesler duyulduklarında ona uygun duygusal bir yanıt doğururlar. Duygu ve eylem iletişimine şeyler ve yerler hakkındaki bilgilerin iletişiminin eklenmesi ancak bunun ardından mümkün olabilirdi. Bu geçiş tam olarak gerçekleşmemiş, dilde alt perdeden ifade edilen duygular şiirde, şarkıda ve müzikte su yüzüne çıkar; ancak bunlar konuşma dilinden de asla eksik olmamış, ona dokunaklı ve hatta tutkulu bir nitelik kazandırmıştır. Sözcüklerin *sihri*ne duyulan inançta bunun da katkısı vardır. Yine de, dilin sihirli yanı her zaman yararcı yanına göre ikinci planda kalmıştır. *2.45*

Dil, en başından beri neredeyse tümüyle keyfi ve geleneksel olagelmiş bulunmalıdır. Birbirinden ayrı toplumların her birinde, seslerin gelenek yoluyla anlam kazanmaları ve toplumsal yaşamın tüm gereksinmelerine yanıt verebilecek duruma gelmeleri gerekiyordu. İşte bu nedenle, dil evrenselken, diller çeşitlidir.

Sembolizm

İnsanın dil aracılığıyla ifade ettiği nesneler ve durumlar, onları tanımlamak için kullanılan seslerden daima çok daha karmaşık olmuştur. Dolayısıyla, bir dildeki sözcükler, ister istemez *soyut* ve genelleştirilmiş *semboller*dir. Durumun gerektirdiği geleneksel eylemi belirtmek bakımından yeterlidirler, hepsi bu. İnsan toplumları, kendi dillerini yaratma eylemi sırasında genellemeler yapmak, pek çok farklı şeyi tek bir sözcükle ifade etmek, sözlü sembollere başvurmak ya da steno kullanmak zorunda kalırlar. Bu sembollerin doğrudan görsel *imgelemle* birlikte beyinde yerli yerine oturtulması insan düşüncesini oluşturur. Bilimin *formül* ve *kuramları*, bir dilin çerçevesini oluşturma sürecinin doğal ve ölçülü uzantılarıdır yalnızca. Sözlü sembolizm, ileride göreceğimiz gibi, bilginin yanı sıra yanılgıya da kaynaklık edebilir. Dürtükleyici, duygulandırıcı yönlerine vurgu

yapıldığında sözcükler sihirli seslere [hecelere] dönüşebilir. Sembol maddi nesnenin ya da eylemin yerine geçirilirse, sözcükler idealist mantığın sayaçları haline gelebilir.

Erken toplumsal yaşam

Dil, tüm çeşitliliğine ve değişim yeteneğine karşın teknikten çok daha sürekli ve kalıcıdır. Taş Devri tarihe karıştı ama bugün kullandığımız diller, esas olarak bazı Taş Devri kabilelerinin konuştukları dillerden doğmuş olsa gerek. O halde, maddi kültürlerin günümüze kadar gelebilen kalıntılarının incelenmesi, geçmişin yaşayan kalıntısı olan dilin incelenmesiyle tamamlanmadıkça eksik bırakılmış olur. **2.45; 2.46** Her ikisi, günümüzde halen varlığını sürdüren ilkel insanlardan elde edilen kanıtlarla birlikte, ilk çağların toplumsal yaşamına dair bir tablo sunabilir. Bu tabloyu çizmenin yeri burası değil -kaldı ki, bunu yapabilecek kişi de ben değilim-; burada yalnızca bilimin kökenini ve etkisini ilgilendiren kısımlara değineceğiz.

Bir toplumsal grubun üyelerinin birbirleriyle olan ilişkileri, en başından beri erkek ve kadın bireylerin etkinliklerini ve duygularını derinden etkilemiş olmalıdır. Yiyecek bulunması, bulunan yiyeceğin hazırlanması, bölüşülmesi, gruplar halinde ya da bazen şölenlerde törenle yemek yenilmesi; bunların hepsi toplumsal eylemlerdi. Bunlar yalnızca insanlara özgüydüler; çünkü doğuştan gelen güdüleriyle hareket edip yalnızca acıktığında yemek yiyen ve yiyeceğinin yanına kimseyi yaklaştırmayan koşulsuz hayvan tepkisinin yanında köklü bir değişime işaret ediyorlardı. İnsanın tepkileri, tersine, toplumsal grubun varlığını sürdürebilmesi için yerleştirilen gelenekler aracılığıyla alabildiğine koşullandırılmıştır. Başka bir deyişle, *insan kendi kendini bütünüyle eğiten tek hayvandır.* Yavrunun anne babası tarafından yalnızca yaşamının ilk birkaç gün veya haftasında içgüdüsel olarak eğitildiği diğer memelilerin tersine, dünyaya gelen her insan, doğumuyla başlayan ve yıllarca süren ayrıntılı bir eğitim sürecinden geçirilir. Toplumsal koşullanma süreci ya da diğer bir deyişle eğitim, tam anlamıyla gelenekseldir; gelenek onun sürekliliğini sağlar ve toplumsal yaşamın başlangıcından günümüze dek çok az değişmiştir.

Yiyecek toplama ve avcılık - İşbölümü

İnsan gruplarının genel ekolojik karakterleri, ilkin yalnızca, sonraları büyük ölçüde yiyeceklerini nasıl elde ettiklerine göre belirlenmekteydi. Başlangıçta insanlar yiyebilecekleri her şeyi toplamış olmalılar -kabuklu yemişler, meyveler, kökler, bal, böcekler ve çıplak elle yakalayabildikleri her türlü küçük hayvan. Bu aşamadaki yaşam hakkında çıkarsamalar dışında bir şey bilmiyoruz. Hayatta kalmayı başarabilen tüm ilkel topluluklar, yiyecek toplamanın yerini büyük hayvanları avlamanın aldığı bir sonraki aşamaya geçtiler. Günümüze kadar ulaşan aletlere bakarak, mamutlar da dahil, tüm büyük av hayvanlarını avlamaya elverişli, giderek daha da ayrıntılandırılmış incelikli teknikleri gözlemlemek mümkün.

Hayvan aşamasından taşınan aşılamaz toplumsal bölünme cinsiyetler arasında olanıdır. Yontma Taş Devri'nin ister istemez küçük olan toplumsal grupları, sürekliliklerini kadınlar eliyle sürdürmekteydiler; genç erkekler çoğunlukla gruptan ayrılmak ve başka gruplardaki kızlarla birleşerek onların gruplarına katılmak durumundaydılar. Buna karşılık gelen bir de ekonomik farklılaşma vardı; kadınlar meyve, kabuklu yemiş, tahıl toplayıp kök yolar, böcek yakalarken erkekler küçük hayvanları avlıyor ve balık tutuyorlardı. O aşamada yiyecek bulma bakımından aralarında henüz çok az fark vardı.

Büyük hayvan avcılığının daha da gelişmesi -ki bu erkeğin işiydi- toplumun yiyeceğini sağlayan başlıca kişi olarak erkeğin önemini arttırdı. Erkek, avcılığın gerektirdiği güce, saldırganlığa ve becerilere sahipti ve belki de bunlar Taş Devri'nin sonlarına doğru, erkeğin kadın üzerinde egemenlik kurmasına neden oldu. Bu durumu günümüzde örneğin Avustralya yerlileri arasında görmekteyiz. Aileler *babasoylu [patrilinear]*, kabile gelenekleri de *ataerkil [patriarchal]* olmaya başladı. Çapa tarımına geçildiğinde kadının öneminin artmasıyla, bu eğilim tersine dönmüş olabilir.

Totemcilik ve büyü

Grubun varlığını sürdürmesi günlük olarak yiyecek toplanmasına, yani birkaç millik alan içerisinde kolaylıkla erişilebilir yeteri kadar

bitki ve hayvan bulunmasına ve kadınlarla erkeklerin onları yakalama veya toplama yeteneğinde olmalarına bağlıydı. Bunlardan yalnızca ikincisi teknikle ilgiliydi ve teknik ister istemez çok yavaş bir biçimde değişiyordu. Buna karşın bitki ve hayvanlar, zaman zaman felaketlere yol açabilecek kadar çeşitli ve boldu. İnsan soyu, denetimsiz doğada tamamen asalakça bir yaşam sürmekteydi; daha iyi teknikler geliştirmesi onun bu asalaklığını daha da derinleştirip yaygınlaştırmaktan başka bir işe yaramıyordu. İnsan soyu tarımı öğreninceye kadar bu konumdan kurtulamadı. Bununla birlikte, kabile arkadaşları ve avladığı hayvanlar karşısında işe yarayan yöntemlerden yararlanarak doğayı kendisine yardımcı olmaya razı edebileceğini veya kandırabileceğini de düşündü. Tekniğin kısıtlı oluşundan doğan boşlukları doldurmak üzere *sihir - büyü* geliştirildi. İlkel kabile insanı, yararlı bitki veya hayvanlardan birini bütün kabilelerin ya da kabilenin bir bölümünün totemi yaparak; imgelere, simgelere ve taklitlere dayalı danslara başvurarak, o hayvanı veya bitkiyi serpilip gelişmeye ve çoğaltmaya teşvik edebileceğine inanıyordu. Bu inanç, farklı totem grupları arasında yiyecek değiş-tokuşuna yol açtı. Böylece, insan ilişkileri ile yiyecek ve süs eşyalarının paylaşımına ilişkin ayrıntılı toplumsal kurallar tek bir karmaşık sistem içinde birbirine bağlanabildi. Totem kurallarına sıkı sıkıya bağlı kalındığı sürece kabilenin üremesi ve yiyecek temini güvence altına alınmış demekti. Toteme bağlı olarak belirli kimselere, hayvanlara veya nesnelere birtakım güçler atfedildi: Bunlar tabuydu, kutsaldı; onlara dokunmak çok katı kurallara bağlandı; bu kuralları çiğneyenler ise korkunç cezalara çarptırıldılar. Gizli *doğaüstü* bir güce ya da erdeme sahip olan nesne anlayışı, bilimin gelişiminde –zaman zaman verimli– bir rol oynadı. Örneğin, demiri çekme özelliği nedeniyle mıknatısa duyulan merak, *manyetizma* bilimini yarattı. Erdemler hayal ürünü olduğunda ise, özellikle yararsız bir metal olan *altın*a verilen önemde olduğu gibi, nesnelere tapınma çoğunlukla aydınlık düşüncenin gelişimini engelledi.

Totem sistemi, günümüzdeki birçok ilkel topluluk arasında hâlâ geçerliliğini korumaktadır. Bizimki de içinde olmak üzere tüm uygarlıklarda, özellikle de en tutucu alanlar olan dinde ve dilde bu sistemin izlerine rastlanır. Öyle ki, Thomson'un da gösterdiği gibi **2.46**,

akrabalık terimlerinin tamamı –baba, bacı, amca - dayı vs.– ancak totemik ilişkiler çerçevesinde anlaşılabilir. Günümüzde hâlâ kullanmakta olduğumuz aslan ve tek boynuzlu at figürleri, hanedan armaları aracılığıyla bizlere aktarılan totem hayvanlarının kalıntılarıdır.

Ritüel ve mit

Totem törenleriyle, özellikle de doğum, ergenliğe adım atma ve cenaze törenleriyle ilgili ritüeller, bilimle daha doğrudan bağlantılıdır. Ergenliğe adım ayinlerinin Yontma Taş Devri'nde düzenlenmekte olduğunu, bu ayinlere katılanların mağaralarda yumuşak kil üzerine çizdikleri çentiklerden ve kilde kalan sakatlanmış el izlerinden anlayabiliriz. Herkesin geçmek zorunda olduğu bu ayinlerde dünyanın başlangıcını ve gelişimini totemlere dayanarak açıklayan mitlerin anlatıldığı ilahiler söylenirdi. Bu, ilk resmi *eğitim*di; yani, dünya ve dünyanın nasıl denetleneceği hakkında birtakım kesin inançların aşılanmasıydı. Bu eğitim, var olan avcılık, yemek pişirme vb. tekniklerin öğrenildiği çıraklık aşamasını tanımlamasına karşın asla onun yerini almıyordu. Ergenliğe adım ayinlerinin en belirgin özelliklerinden biri isim verilmesiydi; verilen isimler ergen adayın totem atalarıyla ve dolayısıyla bütün dünyayla ilişkisini belirttiğinden, onlara özel bir önem ve kutsallık atfedilmekteydi. Nitekim etimolojinin de ortaya koyduğu gibi, isim bilgisi ilk kesin *bilgiydi [knowledge]* (*nomen* - name [isim]; *gnosco* - know [bilmek]). *2.46*

Bütün mitler, ilk ortaya çıktıklarında dönemlerinin teknik ve toplumsal örgütlenme düzeyini yansıtmak zorundadır. Fakat kabile yaşamının, hatta tüm bir evrenin korunması için gerekli görülen ritüellerle ilişkili olduklarından koşullara oranla daha yavaş değişirler ve daha güncel teknik terimlerle yeniden yorumlanana dek çoğunlukla anlaşılmaz kalırlar. Örneğin Cennet Bahçesi miti başlangıçta avcılıktan tarıma geçişi yansıtmasına karşın, sonraları tabu, cinsellik, bilginin kötülüğü, Tanrı'ya körü körüne itaat ve ilk günah hakkındaki görüşleri dile getirmekte kullanılmıştır. Mitler farklı kabilelere ait olsalar bile kolaylıkla harmanlanır ve tutarsız ortak bir *mitoloji* oluştururlar. Yalnızca dinlerin amentüleri değil, bilim kuramları da pek

çok değişiklikten geçerek fakat kesintisiz bir gelenek akışı içinde, bu tür totemik mitlerden doğup günümüze kadar gelmiştir.

2.4. AKILCI BİLİMİN KÖKENLERİ

İlkel insanın edindiği çeşitli bilgiler -araç-gereçlerden, aletlerden, ateşten, ritüellerden ve mitlerden edinilen bilgiler-, başlangıçta birbirlerinden pek de farklı değildi. Var oldukları her yerde, tek bir ortak *kültürün* içinde harmanlanmışlardı. Bilimin böyle bir kültürden doğduğunu anlamak için, onun gelişimini o çağlarda yaşayan insanların deneyimleri temelinde açıklamak yetmez. Bu gelişimi çağdaş bilimin ışığı altında da incelemek gerekir. Herhangi bir dönemde ve herhangi bir deneyim alanında, bilinenin kapsamını, bilinecek olanın göreli karmaşıklığıyla karşılaştırarak saptamalıyız. Tümüyle *akılcı* ve yararlı bir bilim, ancak doğal çevrenin bir bölümünün iç işleyişini, onu insanlığın yararına kullanabilecek ölçüde anlama umudu varsa ortaya çıkabilir. Nesnel cansız dünya canlı dünyadan daha basit, toplumsal dünyadan ise çok daha basittir; dolayısıyla, çevrenin akılcı ve en sonu bilimsel denetiminin bu sırayı izlemesi özü gereği zorunluydu.

İnsan aletler yapıp bunları kullanarak doğayı kendi isteği ve iradesi doğrultusunda değiştirmekteydi. Akılcı *mekaniğin* -kaldıracın, yayın, bumerangın ve kemendin verimli bir biçimde kullanılmasında ifadesini bulan kütle halindeki maddenin hareket yasalarının keşfedilmesinin- kökeninde yatan budur. Doğanın işleyişi hakkında böyle bir kavrayışa sahip olmadan da insan, çevrenin az da olsa düzenlilik gösteren herhangi bir parçasını kendi yararına kullanabilirdi. Kendisinin bir şey meydana getirmesi gerekmeksizin, neyi nerede bulacağını bilmesi ve doğanın sunduklarını almak için orada bulunması yeterliydi. Bu, *gözlemsel* ve *tanımlayıcı* bilimlerin alanıdır; mevsimine göre avlanma ve yiyecek toplama sanatının temellerini oluşturan budur. Doğrudan insan eylemiyle denetlenilebilenin ve doğadan beklenilebilecek olanın ötesinde insan başka yöntemlerle de, ilkin sihir ya da büyü yoluyla, sonra da dine dayanarak gücünü ortaya koymaya çalışmıştır.

İlkel insanın ilgi alanları zaten çok sınırlıydı ve bu ilgi uygula-

maya dönüktü. Yaşamsal gereksinimleriyle -yiyecek; hayvanlar ve bitkiler- alet ve araç-gereç yapımında kullandıkları malzemelerin sağlanmasından ileri gitmiyordu. Bir de, yiyecek kaynaklarının ve söz konusu kaynakların bolluğuyla ilişkisi olduğunu düşündükleri göksel cisimler ve doğal fenomenler merak uyandırmaktaydı. Akılcı yaklaşımın ve doğadan beklenilenin alanı dar olmakla birlikte, yine de ilkel insanın ilgisinin bir bölümünü oluşturmaktaydı. Toplum geliştikçe, gerçek bilim alanı da muazzam ölçüde genişledi; fakat ilgi alanı da bir o kadar hatta daha da fazla genişledi. İlkel insanın, kendini, bugün bizim kendimizi hissettiğimizden daha az güvende hissettiğini düşünmemizi gerektiren bir neden yoktur.

Mekanik

Akılcı olan, maddi evrenin ve hayvanlar tarafından milyarlarca yıllık bir süreçte, her aşamasında ondan en iyi yararlanacakları bir tarzda geliştirilen duyusal hareket [sensory motor] mekanizmasının temelleri üzerine inşa edilmiştir. Bu mekanizma, öncelikle, doğrudan doğruya insan bedenindeki görme ve dokunma ile ilgili öğelerden -insanı, özellikle toplumsal bir hayvana dönüşmesinden sonra, diğer memelilerden üstün kılan kalıtsal göz-el uyumundan- türer. Başka bir biçimde söyleyecek olursak, insan açısından akılcı düşünce, onun *fiziksel* çevresiyle ilişkisi içinde olanaklı hale gelir. Örneğin, kaldıraç gibi çok basit bir aygıtı ele alırsak, bir ucu kımıldattığınızda öbür uçta ne olacağını önceden kestirebilmek mümkündür. Akılcı mekanik bilimi, ilk olarak bu göz-el koordinasyonu temeli üzerinde gelişti. Şeylerin nasıl işlediğini sezgisel olarak *görmek* ve *hissetmek* ilkin yalnızca bu alanda mümkün oldu. İlk tekniklerden elde edilen bilgiler bunu alabildiğine pekiştirdi. Statik ve dinamik bilimlerin kökeninde araç-gereçlerin biçimlendirilmesi, yapılması ve kullanılması yatar. Görüyoruz ki, diğer bilimler ortaya çıkmadan çok önce insan belirli birtakım nesneleri eliyle işlerken ve kullanırken, içsel ve özünde matematiksel bir mantık geliştirmişti bile. Bilim ilerledikçe, bilimin tüm diğer yönlerinin önünde yer alan daima bu fiziksel yön olmuştur.

Sınıflandırma ilkel bilimdir

Aynı fiziksel yöntemlerin, insan deneyiminin diğer -kimyasal ve biyolojik- yönlerini ele almak ve onları mantıksal olarak anlaşılabilir ve denetlenebilir kılmak için kullanılabilmesi ancak binlerce yıl sonra gerçekleşti. Bu, biyolojik ve toplumsal bilimlerin temelinin yine bu dönemde atılmadığı anlamına gelmez; yalnızca şu demektir ki, onlar içsel karmaşıklıklarından ötürü farklı bir seyir izlemek zorunda kalmışlardır. Yemek pişirirken veya içecekleri mayalayıp demlerken, işlemin sonucunun ne olacağını aynı akılcı yoldan öngörme olanağı yoktu. Ne olacağı, ilkin denenerek, sonra da denenenin hatırlanması ya da öğrenilmesi yoluyla bilinebilirdi. Bu alanda, hatta onun da ötesinde hayvan davranışları hakkında edinilen bilgi özü itibarıyla gelenekseldi. Bu bilgi, aynı zamanda o dönem için kesinlikle akıl dışıydı; çünkü eldeki bilgiyle şeylerin *neden* öyle olduklarını görmek ve anlamak olanaksızdı. Bununla birlikte, söz konusu bilgi ille de akıl dışı *görünmedi*. Çünkü deneyimin gözler önünde olması her türlü açıklamayı gereksiz kılıyordu. Ne de olsa her durumda, çoğu kez totem atalar veya ruhlar gibi soyut ama kişileştirilmiş yapıcılara dayalı mitolojik bir açıklama bulmak olasıydı. Dolayısıyla, akılcı ve tanımlayıcı alanlar arasındaki ayrım asla mutlak değildi. Kaldı ki ortada pek çok benzerlik ve karşılaştırılabilecek yön vardı; tüm görüngü [fenomen] kümeleri üç aşağı beş yukarı birbirinin aynısıydı. Gerçekten de, biyolojik ve bir yere kadar da kimyasal bilimlerin gelişmesine yol açan sınıflandırma işlemi ilk kez bu alanda ortaya çıktı. Bu ilk sınıflandırmalar öncelikle ve ister istemez özünde eylemde bulunma veya duygulanma (fiiller) yeteneğine sahip varlıklar veya şeyler (isimler) hakkında bir kuram içermekte olan dilde kendini gösterdi. Yine burada, analoji [örnekleme] yoluyla, başlangıçta çoğunlukla yanlış olmakla birlikte deneyimlenen olguların birikimi ve ayıklanmasıyla gerçeğe giderek daha çok yaklaşan, büyüye dayalı tanımlayıcı bir uslamlama türü doğdu. Günümüzde yaşayan ilkel insanların yaşam tarzlarına bakarak, bu insanların şeyler üzerinde adam akıllı bir denetim kurabildikleri ve ileride ne olacağına dair sağlam bir öngörüde bulunabildikleri, deneyim alanları ile ritüelle-

re ve büyüye bel bağlamak durumunda kaldıkları deneyim alanları arasında yeterince açık bir ayrım yapmış oldukları yargısına varabiliriz. Bununla birlikte, bu yönlerin birbirleriyle olan yakın bağları, oldukça istikrarlı kültürlere zemin hazırladı.

Geleneğin kutsanması

Arkeolojik bulguların da doğruladığı gibi, değişimin son derece yavaş oluşu, ilk insanların yaşamın her alanında geleneğe ne kadar sıkıca sarıldıklarını göstermektedir. Bunun nedeni, belki de kültürlerinin birliğini ve bu kültürün herhangi bir parçasında gelenekten uzaklaşmanın doğuracağı tehlikeyi içten içe sezmiş olmalarıydı. Geleneksel ritüellerini yapmaz, büyülü sözcükleri söylemezlerse tüm bir doğa düzeninin ansızın altüst olmayacağını, besin kaynaklarının kurumayacağını veya salgın hastalıkların baş göstermeyeceğini nereden bilebilirlerdi ki? Koşullar eski geleneği sürdürmeyi tümüyle olanaksız kılmadığı sürece her şeyi olduğu gibi tutmak çok daha güvenliydi.

2.5. ÇEVRENİN DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Buraya kadar, ilkel toplumda bilimin ortaya çıkışını son derece genel bir tarzda inceleyerek, onun gerekli ve belirli durumlara uyarlanabilir yanıtlarının maddi, biyolojik ve insani çevre hakkında daha derli toplu, giderek artan bir bilgi sunduğunu vurguladık. Ancak bu, tablonun yalnızca bir yanıdır. Diğer yanda, ilk insanların teknikleri geliştirmesi ve bu tekniklerden yararlanması yer alır ki bu teknikler de o çevreyi değiştirerek insanları yaşam tarzlarında köklü değişiklikler yapmaya itmiştir. Bu, iki yoldan olmuştur.

Öncelikle her yeni teknik, kullanılabilir ve denetlenebilir çevrenin alanını genişletmiştir. Örneğin, Yontma Taş Devri'nde geliştirilmiş olan bola[3] gibi yeni türde bir silah, açık alanlarda sürü halinde dolaşan av hayvanlarının yakalanmasına olanak tanıdı. Yeni araç-gereçler ise daha önemli sonuçlara yol açmış olmalıdır. Kürklü giysiler,

---

3 Bola: Hayvanları bacaklarından ya da kollarından yakalamak için kullanılan, bir uçları birbirine bağlı diğer uçlarında ise ağırlık bulunan sicimlerden yapılan av aleti.

kulübeler ve ateş, ilk insanların kışı kuzeydeki bölgelerde geçirebilmelerini sağladı. Bu tür devrimci teknik değişiklikler insan soyunun yeni alanlara yayılmasını, eski bölgelerde ise nüfusun yoğunlaşmasını beraberinde getirdi. İkinci olarak, yeni alanlar açmak için ormanların yakılması örneğinde olduğu gibi, yeni bir tekniğin başarıyla uygulanması uzun vadede çevreyi fiziksel olarak değiştiriyor ve yok oluştan kurtulmak için yeni tekniklerin bulunmasını zorunlu kılan yeni sorunlar doğuruyordu. İlkel insanın genelde kendisinin yol açtığı krizlerden ayırt edemediği diğer krizler, öncelikle iklim değişikliklerine bağlı olarak doğal çevrede gerçekleşen denetlenemez değişimlerden kaynaklanıyordu. Her iki durumda da, ya eski yerleşim alanlarının terk edilmesi ya da yeni koşullarla başa çıkabilmek için yeni tekniklerin geliştirilmesi gerekiyordu. Teknik değişiklikler, ister var olan kültürün içinde geliştirilsin, isterse dış koşullardaki değişimlerin sonucu olarak kendini dayatsın, kesinlikle gerçekleşiyordu. Üstelik arkeolojik bulguların da gösterdiği gibi, bunlar esas olarak ilerici nitelikte değişikliklerdi ve daha geniş bir çevre üzerinde, daha büyük bir denetim kurma olanağı sağlıyordu.

Yontma Taş Devri'nin sonlarında araç-gereçler

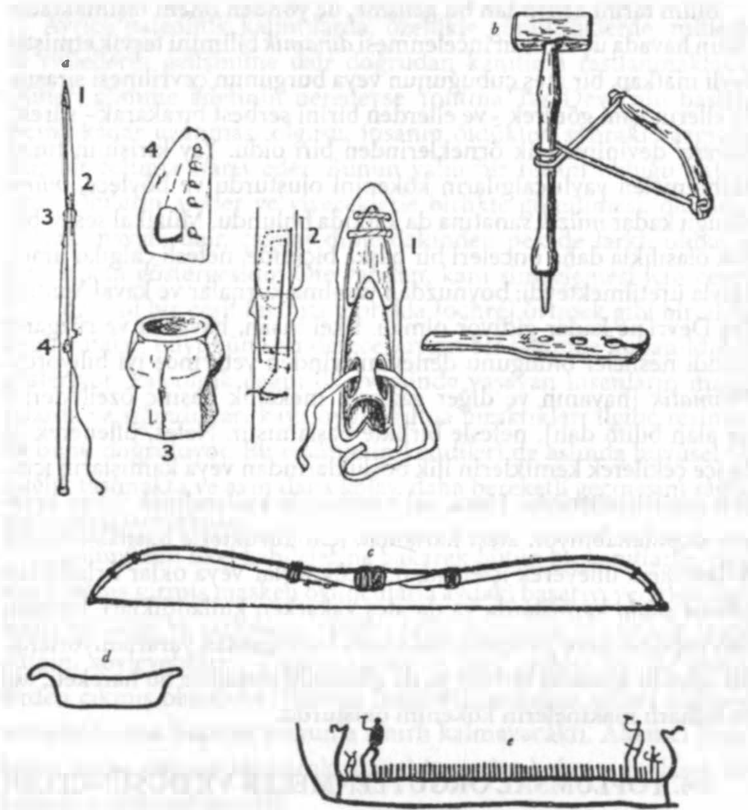
Arkeolojik bulgular -kulübeler, biçilip dikilmiş kürklü giysiler, torba ve su kapları, kanolar, olta iğneleri ve zıpkınlar- Yontma Taş Devri'nin sonlarına doğru zengin bir teknik donanıma ulaşılmış olduğunu gösteriyor. Bu durumu yorumlamak daha kolaydır; çünkü bu araçların hepsi değilse bile birçoğu günümüzün ilkel toplulukları, özellikle Eskimolar ve daha kısıtlı da olsa Güney Afrika Çalılıklarının yerlileri ile Avustralya Aborijinleri tarafından kullanılmaktadır. Bunların teknikleri, yiyecek toplama ve avcılıkla sınırlı bir tekniktir. Yaşamın ana doğrultusunun ve amacının avcılık olmasının yanı sıra, avcıların araç-gereçleri de büyük ölçüde avladıkları hayvanların arta kalan uzuvlarından yapılmaktaydı. Malzemeleri biçimlendirme ve bir araya getirmede yaşanan teknik sorunların çoğuna, bu tür bir avcılık ekonomisi temelinde çözümler bulundu. (Şekil 1)

Malzemeler değişmiş olmakla birlikte, bu sorunlara o çağlar-

da getirilmiş olan çözümlerin pek çoğunun günümüzde de kullanılıyor oluşu ve bunların hâlâ modern tekniklerin başlıca temelini oluşturması ilginçtir. Örneğin, uygarlığın ilk temel sorunlarından biri, sıvıları saklamanın ve bir yerden bir yere taşımanın yolunu bulmaktı. İlk kovalar ve şişeler deriden yapılmıştı; malzeme değişmiş olmasına karşın imalat yöntemleri olduğu gibi alınıp yalnızca inceltilmiş metalden kova ve kutu yapımına uyarlandı. Cam ve plastik, derinin yerini aldıktan sonra bile temel biçimler değişmedi. Yontma Taş Devri'nde kilin yoğrulabilir olma özelliği ile sepetçiliğin bilindiği muhakkak; kaba dokuma büyük olasılıkla bu ikincisinden türedi.
2.49 O dönemde, giysilerin ve çömlekçiliğin gelişimini geciktiren neden teknik beceri eksikliği değil, göçebe avcılık koşulları yüzünden kadınların eğirme, örme, hallaçlama ve boyama gibi karmaşık işlemlere zaman ayırabilecek kadar uzun bir süre aynı yerde kalmamalarıydı. Bir diğer neden de, ağır olduklarından kil çömleklerin bir yerden bir yere taşınmasına pek gerek görülmemesiydi. (Şekil 2)

Fırlatılan silahlar ve makineler

Avcılıktaki mekanik gelişmeler bilim tarihinde önemli bir yer tutar. Mızrak, şiş, son derece marifetli olan bumerang, sapan ve bola gibi hareketleri oldukça karmaşık dinamik ve aero-dinamik sistemlere bağlı olan araçlar, basit sopa ve taş atma sanatının birbirini izleyen uzantılarıdır. Daha gelişkin olan, gelecek açısından çok daha büyük önem taşıyan ve bir dönüm noktasına işaret eden yayın ise Yontma Taş Devri'nin sonlarına doğru bulunduğu sanılıyor. Yay, mekanik olarak biriktirilmiş enerjinin insan tarafından ilk kez kullanılmasını ifade eder. Yayın çekilmesiyle yavaş yavaş biriken enerji, ok fırlatıldığı anda hızla tüketilir. Dolayısıyla yay, insan tarafından kullanılan ilk *makine*dir. Bu buluş avcılık verimini çok daha arttırmış olsa gerek; yay kullanımı hızla tüm dünyaya yayılmış gibi görünüyor. (Şekil 1)



Şekil 1: İlkel teknoloji

Eskimo Araç-Gereçleri

a. **Sökülebilir başlı zıpkın (parçaları büyütülmüş olarak gösterilmiştir)**
b. **Matkap**
c. **Birleşik yay**

Eskimoların kullandığı umiaka benzeyen ve Norveç'te bulunan taş devrine ait deri ile kaplanmış bir botun taslağı

d. **Taş devri matematiği**
e. **Orta Afrika'daki Ishango'da bulunan kemik alet üzerindeki çentikler, Yontma Taş Çağı'nda (t. MÖ. 10.000) çarpma ve temel sayılar hakkında bilgiye sahip olunduğunun kanıtıdır.**

Bilim tarihi açısından bu gelişme, üç yönden önem taşımaktadır. Okun havada uçuşunun incelenmesi *dinamik* bilimini teşvik etmiştir. Yaylı matkap, bir ateş çubuğunun veya burgunun çevrilmesi sırasında ellerin işini görerek –ve ellerden birini serbest bırakarak– sürekli *dairesel* devinimin ilk örneklerinden biri oldu. Yay kirişinin tınısı, muhtemelen yaylı çalgıların kökenini oluşturdu ve böylece, *bilime* olduğu kadar *müzik* sanatına da katkıda bulundu. Müzikal sesler büyük olasılıkla daha önceleri bir başka biçimde, nefesli çalgılar aracılığıyla üretilmekteydi; boynuzdan yapılma kornalar ve kaval Yontma Taş Devri'ne kadar gidiyor olmalı. İlkel insan, havanın ve rüzgârın maddi nesneler olduğunu deneyimlerinden yeterince iyi biliyordu. *Pnömatik* [havanın ve diğer gazların mekanik basınç özelliklerini ele alan bilim dalı], nefesle birlikte başlamıştır. Nefes, üflenerek ya da içe çekilerek kemiklerin ilik boşluklarından veya kamışların içinden geçirilebiliyordu. Hava, sal yapımında kullanılmak üzere keselere depolanabiliyor, ateşi harlamak için körüklerle basılabiliyordu. Avlanırken, üfleyerek içlerinden küçük taşlar veya oklar fırlattıkları *üfleme silahı* kamışlarda ya da ateş yakarken kullandıkları, bambudan yapılma *hava pompalarında* hava basıncından yararlanıyorlardı. Bir silindir içindeki serbest ya da güdümlü pistonun bu hareketi, top ve buharlı makinelerin kökenini oluşturdu.

2.6. TOPLUMSAL ÖRGÜTLENMELER VE DÜŞÜNCELER

Elimizdeki belgeler maddi olduğundan, doğal olarak ilkel insanın teknik başarıları hakkında, düşünsel alandaki başarılarına oranla çok daha fazla bilgi sahibiyiz. Bununla birlikte, günümüzdeki ilkel topluluklardan edindiklerimizin yanı sıra az da olsa diğer kaynaklardan öğrendiklerimizle, bu alanda da bir hayli yol almış olduklarını anlıyoruz. Her şeyden önce hatırı sayılır bir haberleşme ve toplumsal örgütlenme yeteneği olmadan, bir avcı toplumunun karmaşık mekanik ve örgütsel görevlerinin yerine getirilebilmesi olanaksızdı. Avlanma genelde büyük ölçekli yapılıyordu; mamut veya yaban atı gibi hayvanların avlanması için yüzlerce insanın ustaca konumlanması gerekiyordu.

Ayrıca paleolitik kalıntılarda, özellikle gömütlüklerde, mitlerin ve ritüellerin gelişimine dair doğrudan kanıtlara rastlanmaktadır. Ölüleri gömme âdetinin neredeyse Yontma Taş Devri'nin başlangıcına kadar uzanması olgusu, insanın öldükten sonraki yazgısına dair bir tutuma işaret eder. Bunun yalın bir tutum olduğu anlaşılıyor. Ölülerin aletler ve yiyeceklerle birlikte gömülmesi, ölümden sonraki hayata dair, çağdaş dinlerdekinden pek de farklı olmayan bir inancın göstergesidir. Öte yandan, kanı simgelemesi için cesetlerin üzerini bir çeşit kırmızı toprakla [ochre] örtmek gibi birtakım uygulamalar, büyünün son derece yaygın bir biçimde kullanıldığını gösteriyor. Paleolitik çağın ilk evresinde yaşayan insanların mağaralarda ve sığındıkları kaya oyuklarında bıraktıkları ilginç resimler de bunu doğruluyor. Bu resimlerin kendileri de aslında büyüsel bir nitelik taşımakta ve avın daha kolay, daha bereketli geçmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Günümüzün ilkel kabilelerine bakarak bütün bu kanıtların, hayvan kılığına girmiş maskeli oyuncularla avdaki başarıyı yeniden canlandıran dans ve şarkıların oluşturduğu karmaşık bir ritüele işaret ettiğini söyleyebiliriz. Tiyatro sanatı ve dini ayinler bu tür törenlerden çıkmış olmalıdır. Hayvan taklitleri kuşkusuz onları *aldatma* amaçlıydı ama başarısı bununla sınırlı kalmayacaktı. Aldatıcı hareketler savaş alanına taşınacak; şiirsel kurgular kolayca yozlaşıp adi yalanlara dönüşebilecekti.

Büyücü hekim

Başlangıçta herkes ritüellere katılıyor, törenlerde yer alıyor olmalıydı. Fakat Yontma Taş Devri'nin sonlarına doğru uzmanlaşmanın ortaya çıktığını gösteren kanıtlar vardır. Uzak ve erişilmesi güç mağaralardaki resimler, eğitimli sanatçılar tarafından yapılmış olsa gerek. Üstelik bu sanatçılar modellerini hareket halinde görüp yeterince inceleyebilecekleri av seferlerine katılmış olmalılar. Bu resimler arasında, çok sık olmasa da hayvan kılığına girmiş (diğerlerinden ayrı duran) insan figürlerine rastlanıyor. Bu figürlerin özel bir önem taşıdıkları anlaşılıyor. Günümüzün en ilkel kabilelerinde,

evrenin veya çevrenin esas olarak beslenme, fakat aynı zamanda sağlık ve kişisel şans ile ilgili bölümlerini denetimi altında tutan güçlerle özel ilişkileri olduğu sanılan büyücü hekimlere ya da *Şamanlara* rastlamaktayız. Bu insanlar, bir dereceye kadar yiyecek ve araç-gereç üretimi işine katılmazlar; buna karşılık, topluluğun yararı için büyücülük yeteneklerini kullanırlar. Aynı zamanda geleneksel bilginin bilinçli bir biçimde korunmasından, dolayısıyla gelişmekte olan bir toplumda bu bilginin yenilenmesinden de sorumludurlar. Bu nedenle, onların antik çağlardaki öncelleri kutsal kralların, rahiplerin, filozofların ve bilim insanlarının kültürel atalarıdır.

Büyü kuramı: Ruhlar

Büyücülerin işlemleri, başlangıçta büyük olasılıkla bilinçsizce, sonraları açıktan açığa, evrenin işleyişine ilişkin belirli bir kurama dayanıyordu; esas olarak taklitçi ve insanla doğa arasında doğrudan bağlantı kuran bir kuramdı bu. Gömütlükler ve resimler, bu kuramın henüz Yontma Taş Devri'nde enikonu geliştirilmiş olduğuna tanıklık ediyor. İlkin benzerlikler, daha sonra da yalınlaştırılmış *imge* ya da *semboller* asıl nesnelerle öylesine özdeşleştiriliyordu ki, onlar üzerinde yapılacak işlemlerin gerçek dünyaya aktarılabileceği sanılıyordu. O imge ve sembollerle günümüz modern biliminde başarıyla kullandığımız imge ve semboller arasında kesintisiz bir bağ vardır. Ancak sembolizmin büyüsel değerini az çok geleneksel değerinden ayırt etmek için yüzyılların deneyimi ve zorlu mücadeleler gerekmiştir.

İlkel düşüncenin, belirli bir aşamada taklitçi ya da sembolik büyüden kopup ayrılan bir başka yönü ise, *ruhların* gerçek dünya üzerinde etkili oldukları, bu nedenle de denetlenmeleri veya yatıştırılmaları gerektiği düşüncesiydi. Ruh kavramının kendisi de son derece karmaşık bir düşüncenin ürünüdür. Büyük olasılıkla ölüm olgusunu kabul edememekten doğmuştur; mezarlara konulan eşyalardan da anlaşılacağı gibi, ilk ruhların bedenleri olduğuna inanılıyordu. Ölen kimseler hayattayken kabilenin üyesi olduklarından, öldükten sonra da bunların kabileyle ilişkilerini sürdürdükleri düşünülüyordu. On-

ların ruhlarının, tıpkı yaşayan insanlar gibi, doğa üzerinde doğrudan eylemle ya da büyü yoluyla etkide bulunduklarına inanılıyordu; başlangıçta güçleri de yaşayanlarınkinden daha fazla değildi. Ruhun (nefes, hayalet-geist-, can, tin-psyche) -ölümle bedenden ayrılan şeyin- bedenden ayrı ve görünmez, fakat daha etkili olduğu düşüncesi sonradan doğdu.

Ruh kavramı en sonunda apayrı iki kavrama bölündü. Bunlardan ilki, güçlü bir adamın ruhunun efsanevi bir *kahramanın* ruhu aracılığıyla bir *tanrının* ruhuna dönüşerek *dinin* başlıca figürü haline gelmesiydi. ***2.42; 2.46*** İkincisi ise, ruhun insani kökeninden ayrılarak rüzgâr gibi görünmez bir doğal güce ya da kimyasal ve yaşamsal değişimleri belirlediği düşünülen etkin bir güce dönüşmesiydi. Bu ikincisi, bir sonraki bölümde göreceğimiz gibi, ilahi niteliğinden arındıktan sonra bilimde son derece önemli bir rol oynamıştır: Damıtılarak cin dükkânlarında ispirto olmuş veya "evcilleştirilemez vahşi ruh" -Van Helmont'un gazı (ya da kaosu)- olarak varlığını sürdürmüş ve sonunda gazometrenin sınırları içine hapsolmuştur.

2.7. İLKEL İNSANIN BAŞARILARI

İlkel insanın tekniğinin ve düşüncelerinin bu çok kısa özeti, en azından Yontma Taş Devri'nin sonlarına gelindiğinde insan zekâsından yararlanılarak maddi araçlarla doğanın denetim altına alınmasında ve elde edilen kazanımların toplumun gelenek ve ritüellere dayalı işleyişi sayesinde güvence altına alınmasında ne kadar yol kat etmiş olduğunu göstermesi bakımından yeterlidir. Araç-gereç yapımıyla *mekanik* ve *fiziğin*; ateşin kullanılmasıyla kimyanın; hayvanlar ve bitkiler hakkında elde edilen pratik ve aktarılabilir bilgiyle de *biyolojinin* temelleri atıldı. Dilde ve sanatlarda üstü kapalı bir biçimde ifade edilen toplumsal bilgi, ergenliğe adım ayinlerinde resmi eğitimin başlamasıyla totemcilik çerçevesinde sistemleştirildi.

Toplum, avcılığa ve yiyecek toplamaya duyulan bağımlılığın belirlediği, herhangi bir uzmanlaşmaya ve sınıfsal ayrımlara yer vermeyen, özünde ortakçı [komünal] bir nitelik taşıyordu.

Avcılık ekonomisinin sınırları

Paleolitik dönemin insanlarının toplumsal başarıları öylesine parlaktı ki, neden sonsuza kadar bu durumda kalamadıkları sorusu akıllara gelebilir. Gerçi bunu gerçekleştirmiş olanlar yok değildi; ancak bunlar yalnızca Kuzey Kutbu, Orta Avustralya gibi en kıyıda köşede kalmış yerlerde ya da tropikal ormanlarda varlıklarını sürdürebilmişlerdir. Kaldı ki bunların gerçekten paleolitik kalıntılar mı yoksa özellikle zorlu dış koşullar nedeniyle ikinci bir paleolitik avcı ve yiyecek toplayıcı kültüre geri itilen neolitik gruplar mı oldukları belirlenememiştir. Bunun ötesinde, paleolitik teknik avlanma olanaklarının kısıtlı olduğu, sınırlı tür ve sayıda av hayvanını barındıran geniş düzlüklerde avlanmak açısından belki de çok daha elverişliydi. Av hayvanlarının bolluğunu sağlayan koşullar, iklim değişiklikleri ya da aşırı avlanma yüzünden değişecek olursa sürüler yok olacak, dolayısıyla da kabileler ya daha elverişli koşulların hüküm sürdüğü bölgelere göç etmek zorunda kalacak, ya oldukları yerde kalıp nesilleri tükenecek –nitekim günümüzde pek çok kabilenin başına gelen budur– ya da avlanma kültürlerini değiştirmeyi öğreneceklerdi ki bu sonuncusu çok daha zordu.

Avcı bir toplumun asıl zaafı, avladığı hayvanlara bağımlı, asalak bir toplum olmasıdır. Orada bulunan hayvanlardan olabildiğince yararlanmayı başarır, fakat onları olumlu anlamda denetim altına alamaz; yani onları öldürüp yok edebilir fakat ne besleyebilir ne de üretebilir. Gerçekten de avlanmaya elverişli bölgelerde iri av hayvanlarının köklerinin kazınmış olmasının nedeni, büyük olasılıkla geç paleolitik dönemdeki etkili hayvancılık yöntemleridir. Buna katkıda bulunan bir başka etken de, avcılığa elverişli geniş düzlüklerin Batı Avrupa'nın bazı bölgelerinde olduğu gibi ormanlara ya da Afrika'da olduğu gibi çöllere dönüşmesidir. Buzul çağının sonlarına doğru avcılığın artık insan kültürünün en ileri türü olmaktan çıktığına kuşku yoktur. Avcı toplumunun sanatları ve hatta toplumsal örgütlenmesi varlığını sürdürmekle birlikte, tarımın bulunmasıyla ortaya çıkan çok daha zengin ve ileri bir kültürün parçası olarak ayakta kalabilmiştir.

Paleolitik toplum biçiminin kökeninde yatan birtakım içsel nedenler de onun çevreyle başa çıkabilmesini güçleştirmiş olabilir; ancak bu nedenleri çözümlemek şimdilik kolay değildir. Maddi kültürün bu düzeyinde yaşayan ilkel toplumlar günümüzde çok ender görülmekte; onların yüz yüze kaldıkları içsel sıkıntılar da daha ileri kültürlerin, özellikle de bizim kültürümüzün yıkıcı etkileri altında gözlerden saklı kalmaktadır.

3. Bölüm

TARIM VE UYGARLIK

3.1. ÜRETKEN BİR EKONOMİYE DOĞRU

Tarım

Bu bölüm, genellikle neolitik ya da Cilalı Taş Devri diye bilinen dönemle Tunç Devri'ni -Mısır, Mezopotamya, Hindistan ve Çin'in ilk nehir uygarlıkları dönemini- kapsamaktadır. Bu uygarlıkların tarihi izlenilmeye kalkışılmayacak, yalnızca bilimin doğuşunda oynadıkları rol ortaya konmaya çalışılacaktır.

Bundan sekiz bin yıl kadar önce, yiyecek üretiminde insan soyunun maddi ve toplumsal var oluş tarzını bütünüyle değiştirecek olan bir devrim başladı. Bu devrim, her yönüyle değilse de esas olarak bir önceki dönemin sonunda değinmiş olduğumuz avcılık ekonomisinin içine düştüğü krizin bir sonucuydu. O dönemde karşılaştıkları güçlükler insanları yeni ya da kökler veya yabani otların tohumları gibi eskiden beri bildikleri fakat burun kıvırdıkları yiyecek türlerini aramaya itti. Bu çaba, *ateşin* ve *gücün* kullanılmasıyla birlikte insanlık tarihinin en önemli üç icadından biri olan *tarım* tekniğinin bulunmasına yol açtı. Bütün büyük dönüşümler gibi bu da tek bir eylemin değil, esas başarı diyebileceğimiz tohum veren otların ekilip biçilmesine götüren birbirine sıkıca bağlı daha önemsiz buluşların adım adım birikmesinin bir ürünüydü. Bu devrim, özünde, toplumun canlı çevreyi sömürmek yerine onu denetimi altına alma aşamasına geçmesi; tam üretken bir ekonomiye doğru ilk adımın atılması anlamına gelmekteydi.

Tarımın kökeni

Tarımın kökeni kesin olarak bilinmemektedir ve belki de daha uzun bir süre sanal olarak kalacaktır. Tarımda kullanılan bitki ve hay-

vanların birbirine yakın birkaç türle sınırlı oluşu -yenebilir tohumlar, otlar ve boynuzlu sığırlar- tarımın belirli bir dönemde ve sınırlı bir alanda, büyük olasılıkla Ortadoğu'da ortaya çıktığına işaret etmektedir. Ekinlerin yetiştirilmesi ile hayvanların evcilleştirilmesinin hep bir arada mı gittiği, yoksa salt tarıma dayalı kültürlerle salt kırsal çoban kültürlerin bir araya gelmesinin mi söz konusu olduğu belli değildir. Eldeki deliller daha çok birinci seçeneği desteklemektedir. Tahıl üreticilerinin bıraktıkları artıklar hayvanları cezbedip evcilleşmelerine neden olmuş olabilir. Evcilleştirme aslında yeni bir uygulama değildi: Daha Yontma Taş Devri'nde köpek uysallaştırılmıştı. Dikkatimi çeken ufak bir ipucuna değinmek istiyorum. Neredeyse evrensel bir ekin biçme aracı olan *orağın* biçimi ve başlangıçta dişli oluşu, bir koyunun ya da geviş getiren bir başka hayvanın ot koparmaya son derece elverişli olan çenesinin taklit edildiğini göstermektedir. Tarımın ilk aşamalarında ortalıkta bol miktarda ve muhtemelen evcilleştirilebilir koyun bulunmasaydı, orağın ortaya çıkışı güçleşirdi. Bununla birlikte, ekin yetiştiriciliği hiç kuşkusuz hayvanların evcilleştirilmesinden çok daha önemli ve kalıcı sonuçlar doğurmuştur; kaldı ki, yeteri kadar hayvan yemi olmadan sınırlı bir alanda yeter sayıda hayvanı bir arada tutmak olanaksızdır. Üstelik kent halkının et, deri ve yün ihtiyacını karşılayan bir pazarın varlığı da yaygın bir çoban ekonomisinin temel şartlarındandır. Açık alanlarda hayvancılık yaparak geçimini sağlayan göçebe bir çoban veya sığırtmaç kabilesinin, aynı hayvanların vahşilerini avlamak için gerekenden daha geniş topraklara ihtiyacı olacaktır. Öte yandan, silah, süs eşyası ve ek yem sağlanabilecek bir pazar yoksa hayvan avlama heyecanının yerine onu beslemenin zahmetine katlanmak pek yeğlenir bir seçenek değildir.

Bununla birlikte, yabani tahıl bitkilerinin kadınlar tarafından toplanıp sepetlerde saklanabilecek kadar bol olduğu kalıcı yerleşim bölgelerinde, tahıl tarımı bu kültürlerle sert bir çatışma yaşamaksızın ortaya çıkmış olabilir. Buralarda, çevreye saçılan tohumlardan yetişen ekinler, biçmeye değecek kadar çoğalmış olabilir. Tarımın *icadı*, büyük olasılıkla bu rastlantısal olgunun yeterince açık bir biçimde anlaşılmasından daha ileri bir adım değildi; böylece gelecek mevsimde daha fazlasını elde etmek için iyi ürünün bir kısmının tohum olarak ekilerek bile *bile feda edilmesi* geçerli bir nedene daya-

nıyordu. Bu ise, ormanda açık alanların ya da çölde sulak bölgelerin sınırlı oluşu ile belirlenmiş olması muhtemel olan kalıcı bir yerleşimi gerektirir. Tarımın, dağlardan gelen akarsuların, çöllerin kıyılarında oluşturduğu alüvyonlu deltalarda başlamış olabileceğine dair bazı belirtiler bulunmaktadır. Ovalar kurudukça bu gibi yerler av hayvanları ve insanlar için doğal birer sığınak oldular.

Tahıl toplamak kadınların işi olduğundan tarım da muhtemelen bir kadın *icadıydı* ve en azından öküzlerin çektiği çapa veya sabanın icadına kadar, kadın işi olarak kaldı. Çünkü tarım, kadınların kök yolmak için toprağı eşelemekte kullandıkları Yontma Taş Devri'nin *kazma çubuğu*ndan türetilmiş bir alet olan *çapa* ile yapılmaktaydı. Yiyecek elde edilmesinde tarımın hayvancılığa baskın geldiği yerlerde kadınların toplumsal konumu da buna uygun olarak yükseldi ve avcılıkla birlikte ortaya çıkan soyun babaya göre belirlenmesi (*babasoyluluk*) eğilimini durdurarak tersine çevirdi; soyun anaya göre belirlenmesi (*ana soyluluk*) eğilimi yeniden güç kazandı. Yalnızca, tarımsal yerleşimi çevreleyen topraklarda, hayvan yetiştiriciliğinin baskın olduğu yerlerde –Tevrat'ta gördüğümüz gibi– ataerkilliğe geçiş tamamlandı.

Kökeni ne olursa olsun, tarım insan ile doğa arasında yepyeni bir ilişki doğurdu. İnsan, geniş kırlıklarda avlayabileceği ya da toplayabileceği kadar yiyeceği küçük bir alanda yetiştirebilir hale gelince, hayvanlar ve bitkiler üzerinden asalak bir yaşam sürmeyi bıraktı. Tarımla birlikte, canlı doğanın (yeniden) üreme yasalarının bilgisine ulaşarak onu denetimi altına aldı ve böylece, dış koşullar karşısında yeni ve çok daha geniş bir bağımsızlık kazandı. Tarım uğraşı başlangıçta toprağı eşelemekten öteye gidemiyordu belki; ya da bahçecilik gibi bir şeydi: Geçici olarak temizlenip sonra terk edilen küçük alanlarda yapılan, günümüzdeki pek çok kabile tarafından sürdürülen bir tür göçebe tarımıydı. Ancak tarım uğraşı, bu küçük düzeyiyle bile insanın maddi ve toplumsal kültürünü kökünden değiştirdi. Yontma Taş Devri'nde yaşanan tüm değişikliklerle karşılaştırıldığında, ilerlemenin yeni bir aşamasına işaret ediyordu. Aynı toprak parçası üzerinden geçimlerini sağlayıp yaşamlarını sürdüren insanların sayısında muazzam bir *nicel* artış meydana getirerek, *nitelik olarak* farklı yeni bir toplum kültürü ortaya çıkardı. Avcılık kesintisiz sürdürülmesi gereken bir uğraştı; oysa tarım mevsimlere bağlıydı.

Nüfusun büyük bir bölümü, yılın belirli dönemlerinde başka işlerle uğraşmaya zaman bulabiliyordu. Böylece tarım, beraberinde yeni olanaklar ve yeni sorunlar getirdi.

Tarla ve evin el sanatları

Tarım, ekinlerin yetiştirilmesi ve onlardan yiyecek hazırlanması sırasında tohum ekme, çapalama, biçme, harman dövme, depolama, öğütme, pişirme ve mayalama gibi bir dizi yeni tekniği uygulamaya soktu. Bunlarla birlikte, dokuma gibi bolca yün ve ketenle mümkün olabilen veya çömlekçilik ve kulübe yapımı gibi kalıcı yerleşimin sunduğu olanaklardan ve yol açtığı gereksinimlerden doğan bir dizi yardımcı teknik de ortaya çıktı. Kulübe yapımı Yontma Taş Devri'nde biliniyordu; ancak yalnızca bir bölgede yeterince av hayvanı bulunmasının kalıcı yerleşime olanak tanıdığı yerlerde uygulanmaktaydı. Tarıma dayalı topluluklardaysa, bu evrenseldi. Her şey âdeta kültürel gelişimi hızlandırmak üzere ayarlanmıştı. Gereksinim de vardı, bunu karşılayacak maddi araçlar da. Eski göreneklerin hükümranlığı yeni koşullara boyun eğmek zorunda kaldı. Yeni etkenlerden biri de gayrimenkul mülkiyetinin ortaya çıkmasıydı; ancak bu, başlangıçta *özel* değil *komünal* [ortaklaşa] bir mülkiyetti. Avcı topluluklarda, üretilenin büyük bir bölümü anında tüketiliyordu; yalnızca kalıcı eşyaların -av takımlarının, yemek pişirme araçlarının ve giysilerin- kişisel kullanımı söz konusuydu. Öte yandan, tarıma dayalı bir toplulukta toprak, sığırlar, kulübeler ve depolanmış tahıl ürünleri, üç aşağı beş yukarı belirlenmiş *mallar* olarak her zaman bulunuyordu ve büyük ölçüde topluma aitti. Bunların korunması ve paylaştırılması için yol ve yöntemler bulunması gerekiyordu. Bu iş, önceleri totemik grup örgütlenmesi yaygınlaştırılıp daha da karmaşık bir hale getirilerek yapıldı. Kural bölüşümdü ve bölüşüm her grubun içinde kardeş payı gözetilerek -eşitçe- yapılıyordu. Ayrıca, doğum ve cenaze törenlerinde, göreneklere sıkıca bağlı kalınarak gruplar arasında ayinsel değiş tokuşlar yapılıyordu. Ne var ki yeni üretim yöntemleri sonunda eski paylaşım sistemini çökertti. Ayinsel değiş tokuşun yerini takas aldı; bireyler kendi ürettikleri şeyler üzerinde hak iddia eder oldular ve bunun kaçınılmaz sonucu

olan *servet eşitsizlikleriyle* birlikte *özel mülkiyet* doğdu. Bununla birlikte, kentler kuruluncaya kadar bir sonraki aşamaya -*sosyal sınıfların* oluşumu aşamasına- geçilmediği anlaşılıyor.

Çalışma (İş)

Tarım beraberinde yeni bir kavramı da toplumsal yaşama soktu: *çalışma* (iş) kavramı. Avcılık kültürünün egemen olduğu dönemlerde çalışma (iş), yaşamın diğer cephelerinden ayrı bir etkinlik olarak görülmüyordu. Eylemlerle sonuçlar arasında yakın bir bağ vardı. İnsanlar, kendilerinin ve yakınlarının hemen sonra yiyecekleri yemeği elde etmek için avlanıyorlardı. Oysa tarımda, yapılan işle o işten ürün elde edilmesi arasında uzun bir süre vardı. Üstelik tarımın pek çok işlemi sıkıcı ve yorucuydu, avlanmadaki heyecandan yoksundu. Gerçi yiyeceğin elde edilmesi daha sağlama bağlanmıştı fakat şahane avlara ve büyük ziyafetlere de olanak kalmamıştı. Öyle ki, avcılıktan tarıma geçiş, efsanelerimizde [Adem ile Havva'nın işlediği günahlar sonucu] "insanın düşüşü" olarak yer alır. İnsan, ekmeğini alın teriyle kazanma amacıyla çalışmak için, ağaçlıklı, sulak ve avlak yer anlamına gelen "cennet" ya da "eden"den [İrem Bağı'ndan] ayrılmıştır.

Bilim ve yeni el sanatları

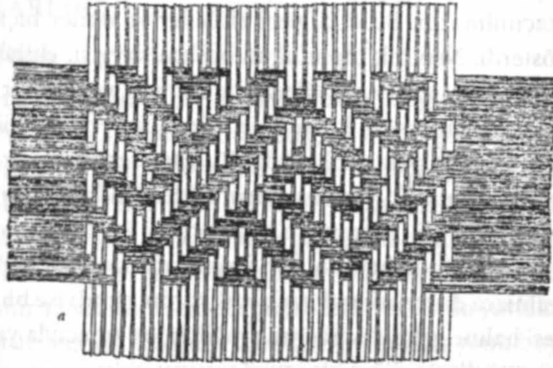
Bununla birlikte çalışmanın, karşılığında tarımın sunduğu ödülle kurduğu çok dolaylı ilişki, akılcı ve bilinçli bir bilimin temellerini oluşturacak olan neden-sonuç kavramının daha da gelişmesine yol açtı. Örneğin, bitki ve hayvanların yaşam öyküleri [sonuç alıcı] gözlemlerin konusu olmuştu. Hayvanların nasıl avlanılacağını, bitkilerin nasıl toplanacağını bilmek yetmiyordu artık; nasıl çoğaldıklarını ve nasıl yetiştiklerini de bilmek gerekiyordu. Aynı şekilde, tarımla birlikte kullanılmaya başlanan yeni teknikler, yeni matematiksel ve mekanik kavramların doğmasına yol açtı. Dokumacılık, belli ki sepet yapımcılığının daha ileri bir uyarlamasıdır. Her ikisi de birtakım düzenlilikler gerektirir; ilkin pratikte, sonra da düşüncede. Bu düzenlilik olgusu *geometri* ve *aritmetiğin* temelini oluşturur. **2.49** Dokumada işlenen *motiflerin biçimleri* ve içerdikleri ilmek *sayısı* geometrik doğadan temel

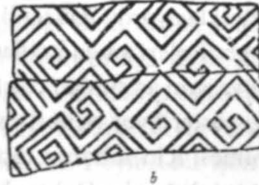
almışlar ve *biçim* ile *sayı* arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamışlardır. *Eğirme*, yaylı matkabı saymazsak, *devir* [rotasyon] gerektiren ilk endüstriyel [sınaî] işlemdir ve bir sonraki dönemde mekanik, sanayi ve ulaşım alanlarında *devrim* yaratacak olan tekerleğin kullanımına ön ayak olmuş olması pekâlâ mümkündür. Öte yandan, *çömlekçilik*, ateşin ilk dolaylı kullanımıydı ve ateş üzerinde aydınlatma, ısınma ve yemek pişirme işlemlerinin gerektirdiğinden çok daha etkili bir denetim kurulmasını şart koşmaktaydı. Çömlek kullanımı da, yemek pişirme işleminin kapsamını genişletecek, madenlerin eritilmesini ve erken dönem kimyayı mümkün kılacaktı. (Şekil 2)

Neolitik çağ

Tarımın icadından kentlerin kurulmasına kadar geçen dönem, Cilalı Taş Devri ya da Neolitik Çağ olarak bilinir. Böyle anılmasının nedeni, bu devirde Yontma Taş Devri'nin kabaca yontulmuş araç-gereçlerinin yerine ovularak parlatılmış taştan araç-gereçlerin ve toprağın kullanılmasıydı. Antik uygarlık merkezlerinde bu dönem kabaca MÖ. 5000'lerden MÖ. 3000'lere dek sürdü. Ancak, cilalı taş kültürü bundan çok daha uzun bir zaman dilimini kapsamaktadır. Dahası, bugün bile dünyada neolitik kültür aşamasında bulunan pek çok kabile vardır. Günümüzde var olan bu neolitik kültürlerin iki koldan geldikleri anlaşılıyor. Bunların bir kısmı, Ortadoğu'daki ilk merkezlerden çok geniş alanlara yayılan ilkel neolitik kültürün doğrudan devamı niteliğinde olabilirler. Geri kalanı, çok daha sonra, Tunç Devri'ndeki göçlerin kalıntıları olsalar gerek; göç ettikleri bölgelerde ana yurtlarının ürünlerinden yoksun kalıp temel neolitik maddi kültürlerinden ötesini yitirmişler, yalnızca güneşe tapma gibi Tunç Devri'ne özgü belirli düşünceleri koruyabilmişlerdir. Bundan 4 bin yıl önce bugünkü İngiltere'ye gelmiş olan ilk megalitik uzun höyükler döneminin insanları, böyle bir gruptan olsalar gerek. Ortaçağ'da Büyük Okyanus'un ötesine yayılan Polenezyalılar da öyle olmalı.

Neolitik kültürün, yayıldığı alanların pek çoğunda varlığını sürdürebilmesi, insanlığın bu kültürde nasıl yeni bir dengeye ulaştığını gösterir. Önceden bu denge doğadaki hayvan ve bitkilerle sağlanıyordu; bu dönemde ise artık toprağın ürünleri ve iklimle sağlanmaktadır.









Şekil 2: Dekoratif sanat üzerinde sepet teknolojisinin etkisi

a. Temel Yunan tasarımının basit değişimlerden nasıl köken aldığını gösteren dokuma hasır parçası

b. c. Kiev yakınlarında bulunan ve Paleolitik çağa ait olan mamut dişi parçaları. Hata ve bozulmalara dikkat edin.

d. Thutmose III'ün mezarındaki desenler (t. MÖ. 1500).

Weltfish'den

Dinin resmileşmesi

Tarımın icadıyla birlikte toplumsal yaşamın maddi temellerinde ortaya çıkan bu dönüşümün düşünsel alanda derin bir etkide bulunması kaçınılmazdı. Bu etki, yeni ritüeller ve dinler biçiminde kendini gösterdi. Neolitik topluluğun başlıca kaygısı, ekinden alınacak mahsuldü. Dolayısıyla, bitkilerin bollaşması ve ürünün verimli olması için yapılan totemik ritüellerde kadının yeri özellikle vurgulanıyor ve daha da pekiştiriliyordu. Bu ritüeller içinde en tipik olanı, ekinleri teşvik etmek için insanların çiftleştirildiği *doğurganlık* ya da *bereket* ayinleriydi. Yağmurun bitki örtüsü üzerindeki etkisi avcılık kültürü döneminde hayvanların yaşamları üzerindeki etkisi aracılığıyla yalnızca dolaylı olarak fark ediliyordu; şimdi ise bir ölüm kalım meselesi haline gelmişti. Yağmur yağdırmak amacıyla yapılan taklitçi büyü, ritüellerin diğer bir temel unsuru oldu.

Bu yoğunlaşma ritüel ve büyüyü daha bir düzenli kılıyor ve onları *yönetim* ve *dine* dönüştürme eğilimi taşıyordu. Düzenli bahar ve hasat festivalleri yapılıyordu. Ekin kraliçeleri ya da kralları ile yağmur yağdırıcılar seçiliyor; topluluğun yaşamı açısından çok önemli sayıldıklarından, onlara özel bir saygı gösteriliyor ve özel yetkiler tanınıyordu. Yeni bir ürünün yetişebilmesi için tohumu toprağa gömme yani öldürme gereği, kurban fikrini doğurdu. Dahası bu, insanların kurban edilmesi düşüncesini bile içeriyor, kralın ya da temsilcisinin halkın refahı uğruna can vermesi isteniyordu.

Köy kültürü

Neolitik Çağ'ın tipik ekonomik ve kültürel birimi *köy*dür. Bir köyü, kendi toprakları üzerinde bağımsız kılan o köydeki teknik ve ekonomik işlemlerin karşılıklı karmaşık ilişkilerinin evrimi için binlerce yılın geçmiş olması gerek. Ne var ki köy ekonomisi, kapsam ve değişim olanakları bakımından son derece sınırlıdır. Bugün bazı Afrika köylerinde olduğu gibi binlerce insanı içinde barındırdığı durumlarda bile, köyde yaşayan hemen herkes zamanının büyük bir bölümünü tarımla ya da köy içinde üretilen ve yine köy içinde kullanılan araç-gereçlerin üretimiyle uğraşarak geçirir. Neolitik köyün

kendi kendine yeterli oluşu yayılmasını kolaylaştırırken, daha fazla gelişmesini de engellemiştir.

3.2. UYGARLIK

Nehir kültürü

İnsanların, balta girmemiş sık ormanların uzağında, çorak toprakların arasından alçaklarda kendi yatağında akıp giden büyük nehirlerin oluşturduğu geniş alüvyonlu vadilerde tarım yapmayı denemeleri, daha büyük ölçekli işlemlere doğru atılan ilk adımdı. Bu işe, Yukarı Nil kabilelerinin hâlâ yaptıkları gibi, ıslak çamura tohum ekilebilen alçak nehir kıyılarında başlayıp, sonra yavaş yavaş bataklıkları kurutup nehir yataklarını temizlemiş olabilirler. Ya da yaylalardaki küçük vadilerde başlayan tarım etkinliği nehrin akış yönü boyunca adım adım ilerleyerek büyük vadilere inmiş olması da mümkündür. Her iki durumda da kanallar açma, bentler yapma gereği duyulmuştur. Böylece ilkin doğal, ardından da yapay sulamaya dayalı yeni türde bir tarım ortaya çıkmıştır. Böyle bir bölgede köy, doğal ekonomik birim olmaktan çıkar. Seller ve kuraklıklar köy sınırlarını gözetmezler; birçok köyün el ele vermesiyle bentler kurulup kanallar açılmak zorundadır. Böylesi bir işbirliği, yarım düzine köy arasında bile olsa, sağlanabildiğinde ya da zorla dayatıldığında her birinin köyü daha fazla ürün veriyordu. Böylece yiyecek üretiminde bir başka nicel ilerleme kendini gösterdi; çünkü aynı topraklar üzerinde daha çok insanın yaşaması olanaklı hale gelmiş, bu da sonradan toplumsal örgütlenmede nitel bir değişime yol açmıştı.

Toplumsal işbirliğinin genişlemesi

Nehir-vadisi tarımından tam verim elde edebilmek için, basit köyden çok **çok** daha geniş bir alan üzerinde toplumsal uyum ve işbirliğinin sağlanması gerekiyordu; bu uyum ve işbirliği bir kere sağlandı mı artık kendi başarısıyla daha da pekişmekteydi. Bir işlemin yalnızca ölçeğini büyütmek bile çoğu zaman hiç beklenmedik olanaklara kapı aralar. Nil köylerinde yaşayan kabileler, merkezi bir yönetim çatısı altında [federasyon halinde] birleştiklerinde ya da

köyler fethedilip tek bir ekonomik birim kurulduğunda, birdenbire öyle çok artı-zenginlik üretebildiler ki, iki ya da üç yüz yıllık zaman dilimi içerisinde, ilk Mısır İmparatorluğu'nun devlet işlerinin getirdiği devasa ekonomik yükü taşıyabilecek düzeye ulaştılar.

Daha yakın zamanlardan bir başka örnek, önemli teknik değişiklikler olmadan da, salt örgütlenme yoluyla neler yapılabileceğini gözler önüne sermektedir: Peru'daki İnka İmparatorluğu, her biri kendi ufak vadisini ekip biçen, kendi sınırlı sulama kanallarını açan ve kendi ürünleriyle geçinen birçok bağımsız kabilenin bir araya gelmesiyle kuruldu. Sonradan, kısmen politik dehaları sayesinde, kısmen de kaba kuvvete başvurarak bir tür kutsal aristokrasi haline gelecek olan çalışkan ve despot (hükümran) İnka kabilesi, bütün kabileleri merkezi bir yönetim altında birleştirmişti. Böylece, tüm vadileri tek bir bütün olarak ele alma, uzun sulama kanalları açma, dağ yamaçlarını bir baştan bir başa bentlerle çevirme ve yiyecek dağıtımını uygun bir biçimde düzenleme olanağına kavuştular. Bu sayede, imparatorluğun ayakta kaldığı yüzyıllar boyunca Peru'da hiç kimse aç kalmadı. Burada ilginç olan nokta şudur: Sistem, yeni teknikler kullanmadığı halde İnka'nın egemen sınıflarının -güneşin çocuklarının- son derece ihtişamlı bir yaşam sürmelerine fazlasıyla yetecek bir artı-ürün sağladığı gibi, aynı zamanda birkaç yüzyıl içinde düzeyi oldukça yüksek bir entelektüel kültür ve olağanüstü bir mimari yaratmalarına da olanak tanıdı.

Uygarlık, doğal sulama kanalları bulunan tarıma elverişli sulak nehir vadilerinde doğmuş ve kök salabilmiştir. Daha sonra, suyun yüksek seviyedeki kanallara taşınması, su kuyularının açılması, tepe yamaçlarının şekillenmesi gibi çok daha ağır mühendislik çalışmalarıyla yöreye yayılmıştır. Ne var ki, Demir Devri'ne gelinceye dek alüvyonlu ovalardan fazla uzağa gidememiştir. Dolayısıyla ilk uygarlıklar elverişli birkaç bölgeyle sınırlı kalmışlardır; bu bölgelerin başında Mezopotamya, Mısır ve İndüs vadileri ile Sarı Nehir'in ve Yang-çe Irmağı'nın geldiğini biliyoruz.

Kentin kökeni

Uygarlığın [civilisation] ona adını veren *kentten* [city (site)-civis-civil] doğduğunu düşünürüz. Oysa kent, gerçekte uygarlığın nedeni

değil bir sonucuydu. Kenti köyden ayıran olgu, sakinlerinin toprakta (tarlada) çalışan yiyecek üreticileri değil yöneticiler, zanaatkârlar, tüccarlar ve işçiler olmasıdır. Bir kentin kurulabilmesi için, tarım tekniğinin kentte yaşayan ve üretici olmayan insanları sağladığı artı-ürünle geçindirebilecek düzeye ulaşmış olması gerekir. Yukarıda gördüğümüz gibi, böylesi bir tarım tekniği en başta belli bir merkezî örgütlenmeyi şart koşar. Bu ise pek çok köyü birden kapsayan bir yönetim ağı anlamına gelir. Bu köylerden biri, baş totem tanrının tapınağının bulunduğu köy, doğal olarak *kent* olacak; diğer köylerden gelen artı-ürün burada toplanıp saklanacaktır. İlk kentlerin nerede kurulduğunu henüz tam olarak bilmediğimizden, köyden kente geçiş süreci gerçekte bu kadar ani olmayabilir. Bildiğimiz kadarıyla bu süreç ilk olarak köy alanlarına kurulmuş küçük kentlerin bulunduğu aşağı Mezopotamya'da yaşandı. **2.20** Ne yazık ki, yazı henüz icat edilmemiş olduğundan onların kuruluş öyküleri hakkında elimizde hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Daha sonra kurulan kentlerin **2.46**, kente dair bir düşünceden, hatta bir kent deneyiminden etkilenmemiş olması imkânsızdır. Bu da, kentlerin birkaç köyün nüfusunun bir bölümünün veya tamamının bir araya gelmesiyle oluştuğu izlenimini uyandırmaktadır.

İlk kent, bölgenin sulama işlerinden sorumlu olan baş su-büyücüsünün köyünden türemiş olabilir. Çok ani bir geçiş yaşanmış olması şart değildir. Kanalların kazılması ve savakların açılması başlangıçta mevcut suyollarının temizlenmesinden ve doğal bentlere delik açılmasından ibaret olsa gerek. Nitekim tarihsel çağlarda Hollanda'daki ayrıntılı sulama sistemlerinde kanallar ve bentler kum havuzlarının ve çamur birikintilerinin geliştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bütün başlangıçlarda olduğu gibi burada da, *sanat* (teché) *doğayı* (physe) izler. Theophrastus'un deyişiyle, "... sanatın doğayı taklit ettiği ve zaman zaman son derece özgün şeyler yarattığı apaçık ortadadır. Bunların bazıları kullanım, bazıları ise -görkemli binaların süslenmesinde gördüğümüz gibi- yalnızca zevk içindir; geri kalanları hem zevk hem de kullanım içindir." ***2.43a 1.39*** Kentin kendisi, belki de sonradan tapınak platformu olarak kutsanan ve üzerinde tapınağın bir dağ gibi yükseldiği -Babil Kulesi bunun ilk örneğidir- doğal bir tepecik, sellere karşı bir sığınaktır.

Kent bir kez kurulduktan sonra yeni bir bölünme (ayrım) ortaya çıktı: Kent ile kır arasındaki ayrım. Bu hemen olmadı; yüzyıllar boyunca kent sakinlerinin çoğu, surların dışında kalan kendi topraklarını işlediler. Etkili ve verimli yeni tarım yöntemleriyle elde edilen artı-ürün kente gidiyor, köylülere pek bir şey kalmıyordu. İlk hanedanlık zamanlarının Mısırlı köylüsü, daha düzenli bir biçimde ve daha bol yiyecek üretmesine karşın, özgürlük ve çalışma koşulları bakımından Neolitik Çağ'da yaşayan atalarından belki de daha kötü durumdaydı. Ancak her iki yönden de durumu, torunu sayılabilecek modern fellahlardan daha kötü değildi.

Evin evrimi

Başlangıçta kentler köylerden güçlükle ayrılabiliyordu: Bir araya toplanmış kulübeler, her kulübede hayvanlar için bir avlu ve her aile için bir konut. Ancak bu aileler genelde birkaç kuşaktan oluşuyor; ayrıca hizmetçileri ve köleleri de yanlarında bulunuyordu. Nüfus çoğaldıkça avluya birkaç kulübe daha eklendi. Bu yeni kulübeler çoğunlukla avlu duvarına içten bitişik yapılıyordu; ilk gerçek evler böyle ortaya çıktı. Sazdan yapılma kulübelerde yangın çıkma tehlikesi büyük olduğundan evler zamanla kerpiçten yapılmaya başlandı. Evde yaşam avlunun etrafında dönüyordu; dış duvarlarda pencere yoktu. Sıcak havalarda ev halkı damda, bir sayvanın (tentenin) altında uyuyordu. Daha sonra pencereli üst katlar yapıldı. Evler arasındaki boşluklar giderek daralıp sokaklara dönüştü. Bazı alanlar ise pazaryeri veya bahçe olarak kaldı. Mülkiyet geliştikçe ve savaş tehlikesi arttıkça kent surlarla çevrelendi. Sur, kenti daha da sıkıştırdı ve kalabalıklaştırdı. İç çatışmalar baş gösterince, kent içinde hisarlar ya da kaleler yapıldı. Silahlı adamlar buralardan kente hâkim olabiliyor ve gerektiğinde geri çekiliyorlardı.

Tapınaklar, tanrılar ve rahipler

Kent, bir *tapınağın* ya da büyük bir evin çevresinde kurulmuştu. Bu tapınaktaki tanrıya, çevre köylerin totem atalarından oluşan küçük bir panteona [tanrıya] hükmeden ya da onun yerini alan rahipler yardım ediyordu.

Tanrılar kurumu özünde kent yaşamından türemiştir ve basit klan ruhlarının yeni elde edilen zenginlik sayesinde yüceltilmesinin bir ürünüdür. Bu nedenle tanrı, Mısır'da gördüğümüz gibi bir hayvan da olabiliyordu veya Zeus ve Kartacalı gibi tanrı ve onun hayvan ikizinden de oluşabiliyordu. 5000 yıl önceki Sümer efsanelerinde karşımıza çıkan ilk tanrılar, aslında tümüyle insandılar. Tıpkı bir köy ihtiyar heyeti gibi, meclisleri, kavgaları ve tartışmaları olurdu. Er ya da geç, en sonunda her kente bir tanrı ve onun eşi egemen oldu; fakat diğerleri de tümüyle ortadan kalkmadılar, onlara ikincil görevler yüklendi. Bunun yanı sıra tanrının kabile ve kent sorunlarından giderek uzaklaşıp fiziksel olarak kentteki eviyle özdeşleşmesi, toprakları ile mülklerin rahipler tarafından yönetilmeye başlanması kentlerin büyümesine işaret eder. En başından beri kentleri yönetenler ve onun sunduğu nimetlerden en büyük payı alanlar işte bu rahiplerdi. Bunlar Yontma Taş Devri'nin büyücü hekimleriyle ilk tarım topluluklarının büyücü krallarının mirasçılarıydı. Ancak Mısır'da büyücü kral, yani Firavun hem yönetici hem de yüksek rahip olarak kaldı. *Rahipler*, belirli ve gerçekten de temel işlevler üstlenerek ilk yönetici sınıf olarak ortaya çıktılar: Su ve tohum dağıtımını, ekim ve hasat zamanını, ekinin depolanmasını, sürülerin ve onlardan elde edilen ürünlerin toplanıp paylaştırılmasını düzenliyorlardı.

Zanaatkârlar, serfler ve köleler

Ne var ki ekonomik örgütlenmeyi ayakta tutmak için bedensel olarak bilfiil çalışanlar rahipler değillerdi; onlar bu işi sembolik bir biçimde yapmaktaydılar. Örneğin, bulunan bazı resimlerde, eski Sümer kentlerinin rahiplerini yeni kazılan bir kanaldan çıkarılan ilk hafriyat sepetini taşırken ya da Mısır firavunlarını toprağı çapalarken görüyoruz. Bu sahneler, günümüzde onların yerini alan yöneticilerin temel atma törenlerinden farksızdır. Artı-ürünü toplamak, depolamak ve korumak için tapınak hizmetkârlarına gerek vardı. Tapınağın kendisi de zamanla onarıma ve bakıma, giderek daha da savurganlaşan tören ve şölen hazırlıklarına gereksinim duyan bir kurum haline geldi. Tanrının sofrasında hiçbir şey eksik olmamalıydı. Yüce tanrı doğal olarak yiyeceklerin yalnızca manevi özünü tadıyordu; rahipler geriye kalan

maddi artıklarla yetinmek zorundaydılar. Tüm bu etkinlikler için giderek uzmanlaşan ve tarım törenlerinden işinden bütünüyle elini çeken işçilere gerek duyuluyordu. Böylece tapınağın çevresine inşaat işçileri, marangozlar, çömlekçiler, dokumacılar, kasaplar, fırıncılar ve mayalı içki üreticileri (bira yapımcıları) toplandı; bunlar tapınağın gelirlerinden az da olsa pay almaya başladılar. Tam anlamıyla ilk *toplumsal iş bölümü* bu zanaatkârların kendilerini tamamen işlerine vermeleri ve topraktan ayrılmalarıyla gerçekleşti. Tanrılar her şeyin en iyisine layıktılar; tarımdan elde edilen artı-ürün sayesinde malzeme temini güvence altına alındığından, zanaatkârlar tekniklerini hızla geliştirme olanağı bulabildiler. Kuyumculuk ve maden işçiliği gibi yeni zanaatlar doğdu. Mülkiyetin ortaya çıkmasıyla zaten aşırı zorlanmış olan eski köy klan örgütlenmesi kentlerde ya göstermelik bir rol üstlendi ya da belirli zanaatların mensuplarını ilgilendiren bir lonca sırrı olarak varlığını sürdürdü. ***2.46; 3.32***

Sınıflı toplumlar

Köy ekonomisinin kent ekonomisine dönüşüm sürecinin kökeni üzerine bugüne kadar yazılanlar yok denecek kadar azdır. Elde yeterince delil olsa da, bunlar tam anlamıyla yorumlanmış değildir. İlkel Tunç Devri'nin kentlerinin –Thomson'un Demir Devri'nin Yunan kentleri üzerine yaptığı çözümlemeye benzer **2.46**– ekonomik ve toplumsal bir çözümlemesine çok ihtiyacımız var. Arkeologlar en eski kentleri gün ışığına çıkardıklarında, bunların *sınıflı toplu*mlara giden yolu çoktan kat etmiş oldukları görülüyor. En eski yasalar bunu açıkça gözler önüne sermektedir. Örneğin, Hamurabi Kanunları'nda yer alan ceza tablosunda şunlar yazıyor:

- Eğer bir kimse bir başkasının gözünü çıkarırsa, onun da gözü çıkarılacaktır.
- Eğer bir kimse bir başkasının kemiğini kırarsa, onun da kemiği kırılacaktır.
- Eğer bir kimse özgür [azat edilmiş] bir insanın gözünü çıkarır ya da kemiğini kırarsa, bir ölçek [mona] gümüş ödeyecektir.
- Eğer bir kimse bir başkasının kölesinin gözünü çıkarır ya da kemiğini kırarsa, kölenin fiyatının yarısını ödeyecektir.

Bu maddeler, üç toplumsal tabakaya işaret ediyor. İlk kentlerin çoğunda yurttaşların -rahipler, tüccarlar ve zanaatçılar da içinde olmak üzere- zenginliklerine göre tabakalara ayrıldıklarını görüyoruz; ayrıca ev işlerinde kullanılan kölelerle, kent dışında tapınak serfleri diyebileceğimiz köylüler bulunuyor.

Bu sınıflı toplumdaki farklılaşmaların ilk aşamaları hakkında ancak tahmin yürütebiliyoruz. Tahminlerimiz ise daha çok Yunan uygarlığından elde ettiğimiz çok daha sonraki ve daha kolay erişilebilir delillere dayanıyor. Anlaşılan o ki, bu farklılaşma köy topluluğunda ürünün *paylaşılma* tarzının giderek değişmesi sonucu ortaya çıkmıştı. Ürün paylaşımını denetimleri altında tutan rahipler, tanrı adına giderek daha fazla ürüne el koyarlarken, ürün üzerinde hiçbir pay hakkı olmayan yurttaşlıktan çıkarılmış kimseler ve yabancılar çoğalıyordu.

Ticaret ve tüccarlar

Buradan kaynaklanan eşitsizlikler *ticarette* daha da arttı ve sürekli hale geldi. Ticaret ayinsel değiş-tokuşlardan doğmuş ve zamanla bir gereklilik haline dönüşmüştü. Başlangıçta basit bir takastan ibaretti; sonra birim olarak sığır (*pecunia*)[4] ya da kolayca taşınabilmelerinden ötürü mübadeleye (değiş tokuşa) elverişli istiridye kabuğu, altın ve gümüş gibi değerli mallar kullanılarak, en sonunda da kredi aracılığıyla yapılır oldu. Uzmanlaşmış tüccarlara duyulan ihtiyaç, uzun seyahatler hatta silahlı seferler yapmayı gerektiren bir başka ihtiyaçtan -yabancı mallara duyulan gereksinimden- doğdu. Önceleri kent ya da kraliyet memuru olan bu *tüccarlar* sonradan kendi işlerini yürütmeye ve esas olarak ticaretle geçinmeye başladılar. Başlangıçta kralın tapınağı, tüm ekonomik yaşamın odağında yer alan ana ambar ile banka idi. Halktan alınan ayni vergiler orada toplanıyor; yiyecek ve hammadde dağıtımı oradan yapılıyordu. Zanaatkârların çoğu serften farksızdı; hammaddeleri ile yiyeceklerini rahiplerden ya da soylu efendilerinden alıyor, ürettikleri malları yine onlara veriyorlardı. Bununla birlikte, önceden beri hammaddelerini kendileri satın alıp yaptıkları araç-gereçleri satan bağımsız zanaatkârlar da yok değildi. Hiç mülkü olmayanlar ise

4 Latince kökenli olan ve sığır anlamına gelen pecunia sözcüğü İngilizcede de kullanılmakta ve mali-parasal anlamına gelmektedir.

emeklerini ücret karşılığında satıyorlardı. Zor durumda kalanlar borç alıyor; bolluk içinde yüzenler aşırı yüksek faizlerle borç veriyor; borçlarını ödeyemeyenler ise köle olarak satılıyordu.

Hukuk ve devlet

Bu işlemlerin tapınağın kaybına ya da kan dökülmesine yol açmasını önlemek için *yasalar* oluşturulması gerekiyordu. Bu yasalar en eski yazılı belgeler arasında yer alır. Bunların bazılarında fiyatlara, ücretlere ve doktor vizitelerine kadar her şeyin düzenlenmiş olduğunu görüyoruz. Örneğin, Hamurabi Kanunları'nda çıkık bir kemiği yerine oturtma ya da hastalıklı böbrekleri iyileştirme işinin bir erkek için beş şekel, özgür [azat edilmiş] bir insan için üç şekel, bir köle içinse iki şekel olduğu ve bu sonuncusunun, kölenin sahibi tarafından ödeneceği yazılıdır.

Yasaların arkasındaki güç, avcı ve hatta köy topluluklarında olduğu gibi yalnızca neyin yapılabileceğini ya da neyin tabu olduğunu belirleyen geleneksel sağduyu değildi artık. Üyelerinin herhangi birinin işlediği kabahatlerden ötürü kabileler arasında kan davalarına yol açan veya bu kabahatlerin kabile tarafından törensel bir ödemeyle telafi edilmesini gerektiren kabile sorumluluğu da olamazdı. Toplumsal eşitsizliğin hüküm sürdüğü bir kentte zorlayıcı bir aygıt gerekliydi mutlaka.

Mezopotamya kentlerinde kurulan ilk orijinal yurttaşlar meclisi, iç ve dış tehditler karşısında tek adam egemenliğine boyun eğmek zorunda kaldı. Bu tek adam ya tapınağın baş yöneticisi olan *ensi* ya da hem büyük savaş şefi hem de tanrının rahibi olan *lugaldı*. Mısır'da kutsal rahip-kral Firavun, ilk hanedan egemenliğinden itibaren devletin başıydı. Yasaları uygulayan ve vergileri toplayan, tapınak hizmetkârlarından oluşan kolluk kuvvetlerine sahip bir kurumdu. Ayrıca kral, para, hapis, dayak ve ölüm *cezası* verme yetkisini de kendisine tanımıştı. Devlet iktidarı görünürde tek bir kişinin eline verilmesine karşın, gerçekte rahipler ve tüccarlardan oluşan tüm yüksek sınıfların desteğine dayanıyor ve yalnızca halk ayaklanmasından duyulan korku iktidarı sınırlayabiliyordu.

Bu kitapta, *sınıflı toplumun* beş bin yıllık varlığı boyunca yükselişini ve çöküşünü -gelişimini ve farklılaşmasını- izleyeceğiz. Onun, insanlığın ilerleyişini sırasıyla önce kolaylaştıran, ardından dizginleyen ve en son yok eden toplumsal bir biçim olduğunu göreceğiz. İlk ortaya çıktığı dönemde sınıflı toplumun genel olarak ilerici bir nitelik taşıdığına kuşku yoktur. Tekniklerin gelişiminde ve akılcı bir yaklaşımın benimsenmesinde -ki bilim bu yaklaşımdan doğmuştur- muazzam bir itici güç olmuştur.

3.3. UYGARLIĞIN TEKNİKLERİ

Metallerin (madenlerin) keşfi

İlk kentlerin ortaya çıkışında belirleyici ekonomik etken nehir-ova tarımının örgütlenmesiydi. Buna eşlik eden başlıca teknik ilerleme *madenlerin* (metallerin), özellikle de *bakır* ile onun alaşımı olan ve tüm bir ilk uygarlık çağına adını veren *tuncun* keşfedilmesi ve kullanılmasıdır. Madenler teknik ve bilim açısından sonradan ne kadar büyük bir önem taşımış olurlarsa olsunlar, bu önemi hemen başlangıçta kazanmış olamazlar. "Maden" (metal) sözcüğü Yunanca kökenlidir ve "aramak", "araştırmak" anlamına gelmektedir. Bu da madenlerin başlangıçta ne kadar ender bulunduğunu gösterir. Öyle ki, madenler yalnızca lüks eşyaların yapımında kullanılıyordu. Maden, uygarlık için bile olmazsa olmaz bir gereklilik değildi. Büyük Maya ve Aztek kentlerinin hiçbirinde süs eşyaları dışında maden kullanılmamış, bütün aletler taştan yapılmıştı.

Madenler, altın ve kısmen de bakır dışında, doğada ham bir halde bulunmazlar. Onları çıkarmak ve kullanıma hazır hale getirmek için uzun bir deneyim ve hatta mümkün olduğunca bilinçli deneyler gerekir. İlk itici güç, ilkel insanın Yontma Taş Devri'nden başlayarak tuhaf biçimli, tuhaf renkli nesnelere duyduğu ilgi olabilir. Metalik maden cevheri parçalarının dikkat çekmemiş olmasına olanak yoktur; nitekim gerdanlık ve benzeri süs eşyalarında böyle madenlere rastlanmıştır. En kolay işlenebilir bakır cevheri olan malakitin [bakır taşının] hanedanlık öncesinin Mısırı'nda göz farı olarak kullanılan son derece yaygın bir ticaret eşyası (mal) olması belki de yalnızca bir

rastlantıdan ibaret değildir. Madenlerin alet yapımında kullanılması o dönemde ikincil bir önem taşıyor olsa gerek.

[Kullanılan] ilk maden, doğada belirgin bir biçimde, olduğu gibi göründüğünden altın olmuştur. *2.18* Ancak altın topakları alet yapımında kullanılan sert ve çabuk kırılır taşların tersine, yoğrulmaya uygundu ve dövülerek biçimlendirilebiliyordu. Böylece, cevherlerinden maden çıkarılması öğrenilmeden çok önce, bir maden işleme yöntemi geliştirilmiş oldu. Doğadan çıkarılan bakır topakları, altın kadar dikkat çekici ve süsleyici olmamakla birlikte, dövülerek alet yapımı için yeterli sertlikte parçalar haline getirilebiliyordu. Maden dövülmeden önce ısıtılıp tavına getirilirse bu işlemin daha kolay yapılabileceği fark edildi. Madenlerle ateş teknikleri arasındaki bu ilişki, bakır karbonat cevherinin çıkarılıp arıtılması ve elde edilen madenin eritilip kalıplara dökülmesi gibi daha ileri adımların atılmasına zemin hazırlamış olabilir. Son araştırmalar *2.18* söz konusu adımların bu sırayı izlediğini gösteriyor. Her iki işlem de, normal ateşle elde edilebilecek olandan daha yüksek bir ısıyı gerektirir. Eldeki deliller, bu işlemler ile hava akımı (çekişi) güçlü fırınlarda yapılan sırlı çömlek üretimi arasındaki ilişkiye işaret etmektedir. Metalürjinin kökenini açıklarken karşılaşılan en büyük sorun, doğal ya da yüzeyi oksitlenmiş bakır yataklarının çoğunlukla tarım merkezlerinden uzak tepelerde bulunmasıdır. Metalürjinin maden bölgelerinde başlayıp ürünlerin hızla kentlere mi geldiği, yoksa hem cevherlerin hem de metallerin ilkin kentlerde biriktirilip teknik ilerlemelerin oralarda mı gerçekleştirildiği sorusuna henüz kesin bir yanıt verilememiştir. Yanıt ikinci seçenek olsa bile, maden devri'nin başlarındaki ulaşım [nakliye-taşıma] güçlükleri, maden eritme işiyle uğraşanları madenlerin yakınlarına göndermiş olmalıdır.

Metal (maden) kullanımının etkileri

Metal araç-gereçlerin üretimi, insanın çevresini denetim altına almasında yeni bir nitel değişime işaret eden bir başka teknik ilerlemedir. Metal aletler taş aletlere oranla çok daha kullanışlı ve kalıcı-

dır; metal silahlar hayvanlara karşı olduğu kadar düşman insanlara karşı da taş silahlardan çok daha etkilidir. Metal kaplar ateşe dayanıklıdır, çatlamazlar.

Öte yandan madenler yüzyıllar boyunca çok pahalı olageldiler. Bakır cevherleri uzak ve erişilmesi güç bölgelerde, seyrek ve dağınık bir halde bulunmaktadır. Kalay cevherlerine ulaşmak daha da zordur. Her ikisi de, düşük ergime noktası nedeniyle *kalıba dökme* işlemini mümkün kılan tunç için gereklidir. Tunç, bakırdan çok daha serttir ve onun kullanılması, her türlü alet ve silah yapımında madeni (metali) taştan üstün kılmıştır. Madenler ve maden cevherleri, uzak bölgeler arasında ticaret yapılmasını gerektirmiş ve bu da kaçınılmaz olarak ilkel ulaşımın yüksek maliyetini beraberinde getirmiştir. Ulaşım bedeli madenin kentteki fiyatını oldukça yükseltmiş olsa gerek. Dolayısıyla madeni eşyaların kullanımı tapınak süslemeleriyle, kralın sofrasındaki kap-kacakla, kentteki zanaatkârların aletleriyle sınırlı kalmış; savaşlar yaygınlaştıkça silah yapımında da madenler kullanılmaya başlanmıştır.

Metal işleme zanaatı

Madencilik teknikleri ve metal aletlerin kullanılması diğer teknikler açısından ve zanaatkârın maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkındaki bilgisini genişletmesi bakımından son derece önemliydi. Dövme ve haddeleme yoluyla metal yaprak (levha) ve tel hazırlandı; döküm, kaynak, lehim, perçinleme işlemleri olağanüstü geliştirildi ve bu teknikler, değerli ve zarif süs eşyaları, kap-kacak ve heykel yapımında kullanıldı. Tunç, gümüş ve altını kapsayan maden işçiliği, çömlekçiliğin ve dokumacılığın tersine, nispeten daha geç bir dönemde geliştiği için daha başlangıç aşamasında uzmanlaşmıştı ve anlaşıldığı kadarıyla, dışa kapalı metal işçiliği loncalarının elindeydi. Bu, daha sonra Hindistan'da ortaya çıkan *kast* sisteminin ilk örneklerinden olan mesleki bir klandı. Metal işçilerinin loncaları dışa alabildiğine kapalı olmalıydı; çünkü işlemleri ve kullandıkları yöntemler yakın bir zamana kadar sır olarak kaldı veya geride yazılı bir belge bırakılmadığından kaybolup gitti.

İlk metal işçileri, maden çıkarma ve eritip arıtma işinde çalışanlardan farklı olarak, daha çok külçelerden ya da ufak maden parçalarından işlenmiş metal yapma işiyle uğraşıyorlardı. Bunların çoğu şehirlerde yaşamış olmalılar; ancak geride bıraktıkları hurda yığınlarından ve yarım kalmış aletlerden, aynı zamanda daha üstün nitelikte gezgin bir hurdacı gibi, kırlık alanlarda da dolaştıklarını anlıyoruz.

Metal aletlerin ve silahların değeri, yalnızca dayanıklı olmalarından ileri gelmiyordu. Metal bir aletle bir nesneden alınabilen kesit çok daha ince olduğundan, metal alet bir şeyi çentmekle ya da kırmakla kalmıyor, pürüzsüz bir şekilde kesebiliyordu da. Böylece metal aletlerin, özellikle de *bıçak, keski* ve *testerenin* kullanılması ağaç işçiliğini dönüşüme uğratarak büyük ölçekli *doğramacılığı* ve kesme taş duvarcılığını olanaklı kıldı. İlk makineler, özellikle de el arabası ve su dolabı ancak metal sayesinde mümkün oldu. Temel tarım zanaatında bile, öküzün çektiği çapa ve saban, ancak toprağı *yaran* uçtaki taşın yerini metal aldıktan sonra tam anlamıyla etkili olabildi.

Taşımacılık

İlk uygarlığın mekanik icatlarının anlık etkileri olduğu kadar uzun vadeli etkileri de olması kaçınılmazdı. İlk kentlerin varlığı bile, toplu malzemenin başarılı bir biçimde bir yerden bir yere taşınması işini örgütleme yeteneğine bağlıydı. Kentlerdeki binlerce insanın kırlardaki yiyeceğe ihtiyacı vardı. Ticari malların diğer kentlerle değiş-tokuş edilmesi, uzak ormanlardan ve dağlardan madenleri, ağaç tomruklarını ve hatta taşları getirmek gerekiyordu. Bu durum, taşıma araçlarında (taşıtlarda) büyük gelişmelere ve köklü yeniliklere yol açtı. Bunların uygarlığın ve özellikle de bilimin gelişimi açısından büyük etkileri oldu.

Gemi

İlk uygarlıklar, öncelikle geniş nehir vadileri ile bu vadilere bağlı delta ve göllerin çevresinde kurulduklarından, en başından beri esas olarak su taşımacılığına gereksinim duymuş olmalılar. Bu gereksinimin sağladığı dürtü ile ilkel oyma kanolar, saz demetlerinden

veya bambu kamışlarından yapılma sallardan sonra, belli belirsiz eklemelerle ve pratik deneyimin gösterdiği yolda ağır ağır ilerleyerek sonunda büyük miktarda mal taşıyabilen dayanıklı *gemiler* inşa edildi. Mısır'ın ilk politik birliği de aslında Nil'in bir suyolu olarak kullanılmasıyla mümkün ve hatta zorunlu hale geldi. İlk tekneler ve gemiler, kısa ya da uzun küreklerle çekilirdi ve bu yüzyıllar boyunca böyle devam etti. Bununla birlikte, uygarlığın başlangıç aşamasında bir başka can alıcı icat daha gerçekleşti: *Yelken*. Yelken, gemiciliğin erimini çok daha genişletti; fakat asıl önemlisi, cansız *gücün* [enerjinin] insanların gereksinimleri doğrultusunda kullanılmasının ilk örneği olarak su ve yel değirmenlerine, buharlı makinelere ve uçaklara kaynaklık etti.

Nehirler ve göller, denizlere açılmak için eğitim alanlarıydı; ancak bu yolu tüccarlardan önce balıkçılar açmış olabilirler. Deniz yolculukları gemi yapımının önüne yeni sorunlar koydu; çünkü denize açılan gemilerin nehirlerde yol alan sallardan çok daha dayanıklı ve sağlam olmaları gerekiyordu. Bunun yanı sıra -ki bu bilimin geleceği açısından son derece önemli bir noktaydı- karanın görünmediği açık denizlerde yön bulma ihtiyacı doğdu. Bu ihtiyacı karşılayan en ilkel yöntem, Nuh'un gemisi efsanesinde olduğu gibi, gemiye karayı bulan kuşlar almaktı. Yıldızlara bakarak karayı bulmak, beraberinde harita fikrini getirdi. Uygulamalı astronomiye [gökbilimine] gerek duyulmasının birinci nedeni takvimse, ikincisi de güneş ve yıldızlara bakılarak yapılan *denizciliktir*.

Tekerlek

Tekniğin ve bilimin ilerlemesi açısından bir diğer önemli gelişme kara taşımacılığıydı. Kara taşımacılığı yaşamsal öneme sahip iki düşünceyi birleştirdi: *Hayvan gücü* ve *tekerleğin* kullanılması. Hayvanlar önceleri yiyecek başta olmak üzere avcıların çeşitli gereksinmelerini karşılamak amacıyla evcilleştirilip besleniyorlardı. şimdi ise işe koşulmak, tekerlekli *arabaları* çekmek ve çapa yapan kadının yerini almak -ki böylece çapa *sabana* dönüştü- gibi yeni bir işlevi yerine getirir oldular.

Taşımacılıkta ilk kez hayvanlardan yararlanılması büyük olasılıkla semerle birlikte başlamıştır. İlk insan, eşek sırtına binmekten bile kaçınmış olmalıdır; böyle yaptığını gösteren hiçbir resim bulunmamış olması bizi bu yargıya götürüyor. Semerden sonra bugün hâlâ bazı Sibirya kabilelerinde kullanılan *travois* -hayvanın çekmesi için hazırlanmış, uçları yerde sürünen iki sırığa bağlanmış denk- gelmiş olmalı. Ancak bu icat, arabaya kaynaklık etmiş gibi görünmüyor; çünkü ilk arabalarda travois'in sırıklarına değil sabanın boyunduruğuna ve kazıklarına rastlıyoruz. Kirişler için kullanılan ağaç kütükleri ya da büyük yapılarda kullanılan taşlar gibi, parçalara bölünemeyen daha ağır nesneleri taşıma ihtiyacı, ancak kentlerin ortaya çıkmasıyla belirmiştir. Bulunan ilk çözüm, muhtemelen orman avcılarının kullandıkları hafif kızakların büyütülmüş bir çeşidi olan *kızaktı.* Ağır kızaklar bayır aşağı kolaylıkla kaydırılabiliyordu, fakat düz arazide yerde yuvarlanan ağaç tomruklarından yararlanmak daha elverişliydi.

Yuvarlanan tomruklar üzerinde hareket eden kızaktan *arabaya* geçme düşüncesinin esin kaynağı kentti büyük olasılıkla; bununla birlikte, araba bir kez yapıldıktan sonra hızla kırsal bölgelere yayıldı. Burada asıl marifet, sağlam bir tekerleği yerinden çıkmadan dönecek şekilde arabanın gövdesine bağlayabilmekti. Eski Mezopotamya arabaları ile günümüze kadar gelen Hint arabalarında dingil, deri kayışlarla yerine tutturulur ve tekerleklerle birlikte o da döner. Bu, ilk gerçek *mil yatağıdır*. Bunun hemen ardından yuvası ve mili ile birlikte göbek gelmiş olmalıdır. Bir sonraki aşama, ilkin tekerlek yapmak için sağlam kirişlerle uçların genişletilmesi ve önceleri deriden, sonra metalden yapılan tekerlek çemberi içinde bunların bir arada tutulmasıdır. Kentleri asla Nil'in birkaç mil ötesinden daha uzağa düşmeyen Mısırlılar taşıma işinin büyük bölümünü teknelerle yapıyorlardı. Tekerlekli taşıtlar çok sonraları kullanılmaya başlandı. Savaş arabalarında kullanılan parmaklıklı, serbestçe dönen hafif tekerler ise çok daha sonra, Tunç Devri'nin sonlarına doğru ortaya çıktı. Çünkü bunun için son derece usta *tekerlekçilere* ihtiyaç vardı [rot-balans ayarının büyük bir titizlikle yapılması gerekiyordu].

Bu icatlar muazzam önem taşıyan maddi ve bilimsel sonuçlar

doğurdu. Araba ile saban, tarımın bütün ovalara ve eski uygarlıkların sınırlarının çok daha ötesine yayılmasına olanak sağladı. Tunç Devri'nin başlarında kullanılan iki tekerlekli öküz arabası [kağnı], dört bin yıl sonra Yeni Dünya'nın geniş düzlüklerini bir baştan bir başa kat edecek olan üstü kapalı at arabasının [wagon] ilk örneğiydi. Ovalık bölgelerde saban ile araba, kullanıldıkları her yerde tarımsal üründe ciddi bir artış sağladıkları gibi, yabancı ülkelerden toptan dış-alımı [ithalatı] da olanaklı hale getirdiler. Büyük tapınak ve piramitlerin yapımında öteden beri kullanılagelen kaldıraç ve eğimli yüzey, *mekanik* biliminin temellerini atmıştı. İleride su değirmenlerinin çarklarına ve makaralara esin kaynağı olacak olan tekerlek kullanımı, bu temeller üzerinde yeryüzünden göğün en yüksek katlarına (wheeling skies) ulaşabilen yeni bir kuram inşa etti. Kutsal tekerleğin on iki parmaklığı yılın aylarını temsil ederken, dönen tekerleğin kendisi güneş haç ya da -sonradan netameli bir sembol haline gelmesine karşın o zamanlar henüz masum olan- gamalı haç oldu. Kara ve deniz taşımacılığının hızı ve sunduğu yeni olanaklar, değerli hammaddelerin kaynağını öğrenme gereksinimiyle birlikte bilinçli araştırmalara yol açtı ve *coğrafyanın* başlangıcına kapı araladı.

Tüm bu yeni tekniklerin icadı ve sonraki gelişimleri, bilimsel kavrayışın alanını tam da yeni uygarlığın örgütsel gereksinimlerinin bu kavrayışı dile getirmek ve aktarmak için gerekli entelektüel araçları yaratmakta olduğu bir zamanda alabildiğine genişletti.

3.4. NİCEL BİLİMİN KÖKENİ

Hesap, yazı ve bilim

Kent tapınağındaki işlemlerin kapsamlı oluşu ve bu işlemlerde kullanılan malzeme ile gerekli hizmetlerin çokluğu, bilinçli bilimlerin başlangıcına işaret eden bu nitel değişimi teşvik etti. Öncelikle, artık belleklerine güvenemez hale gelen rahipler aldıkları ve dağıttıkları malın *miktarını* (niceliğini) bir biçimde kaydetmek zorunda kaldılar. Bu, ölçü kullanımını gerektirdi; ilkin en elverişli araçlar -tahıl için sepet, bira için testi, kumaş için parça- kullanıldıysa da,

sonra bunları birbirleriyle karşılaştırabilmek için belli bir standardın kabul edilmesi gerekti. Belirli birtakım tapınak veya kraliyet ölçüleri benimsendi ve giderek dış ticaretin yararına farklı kentler arasında ölçü birliği sağlandı. Bilimin gelişimine eşsiz katkıları bulunan *ağırlık* ölçüsü ve beraberinde getirdiği *terazi* kullanımı, büyük olasılıkla bundan sonra olmakla birlikte yine de çok erken bir tarihte ortaya çıkmıştır. Terazi kentin bir ürünü olsa gerek; köy ekonomisinde sayılamayacak ya da ölçüye vurulamayacak hiçbir şey yoktur -bir koyun budu, bir denk odun... Terazi öncelikle değerli madenler için gereklidir; bunlar hem ölçülemez hem de parça kavramı bunlar açısından pek belirsizdir; dolayısıyla tartılmaları gerekir. Ağırlığı belirlemenin tek yolu olan terazi [denge], her yönüyle *bilimsel* bir buluşun özelliklerini taşır. Terazinin ilk örneği, muhtemelen omuzda dengeli bir biçimde taşınan sırığa bağlı sepettir. Ancak, değerli madenlerin ağırlıklarını ölçmede gerçekten işe yarayabilmesi için boyutlarının epeyce küçülmesi gerekmiştir. (Şekil 3)

Sayılar ve hiyeroglif

Ölçünün standartlaşmasından önce de -ister kaç baş sığırın, ister kaç sepet tahılın toplandığını ya da dağıtıldığını belirlemek için olsun- nesnelerin *sayısını* kayda geçirmek son derece önemliydi. Bu kayıt işlemi, önceleri bir çubuğun üzerine atılan çentiklerle, ardından bir kil parçasına, yani tablete çizilen çizgilerle yapılıyordu. Çok sonraları, büyük sayıları göstermek için daha karmaşık işaretler kullanılmaya başlandı. Kaydı tutulan nesnenin unutulması olasılığına karşı, sayı sembolünün yanına, sayılan şeyin ne olduğunu gösteren bir resim ya da sembol ekleniyordu.

Bu semboller çoğaldıkça, giderek nesnelerin yanı sıra eylemleri de kapsar hale geldi ve Çincede olduğu gibi tek başlarına taşıdıkları anlamlarıyla ya da Mezopotamya çivi yazısı veya ondan esinlendiği anlaşılan Mısır hiyerogliflerinde olduğu gibi kısmen ses, kısmen de anlam bireşimleriyle, sözcüklerin yerine geçer oldu. **2.20** Sembollerin sözcüklerin değil, yalnızca seslerin yerini tuttuğu en yalınlaştırılmış biçimiyle gerçek alfabenin ortaya çıkması Demir Devri'ni

buldu. Böylece, insanın ele ve akla özgü buluşlarının en büyüğü olan yazı, çeşitli aşamalardan geçerek muhasebecilikten doğmuş oldu. Speiser'in deyişiyle: "Yazı önceden tasarlanmış bir icat değil, güçlü bir özel mülkiyet duygusunun beraberinde getirdiği bir yan üründü." ***2.43a*** İlkin propaganda niteliğindeki resmi açıklamalar, krallara düzülen övgüler, tanrılara seslenen ilahiler ve son olarak da bilim ve edebiyat yazıya döküldü.

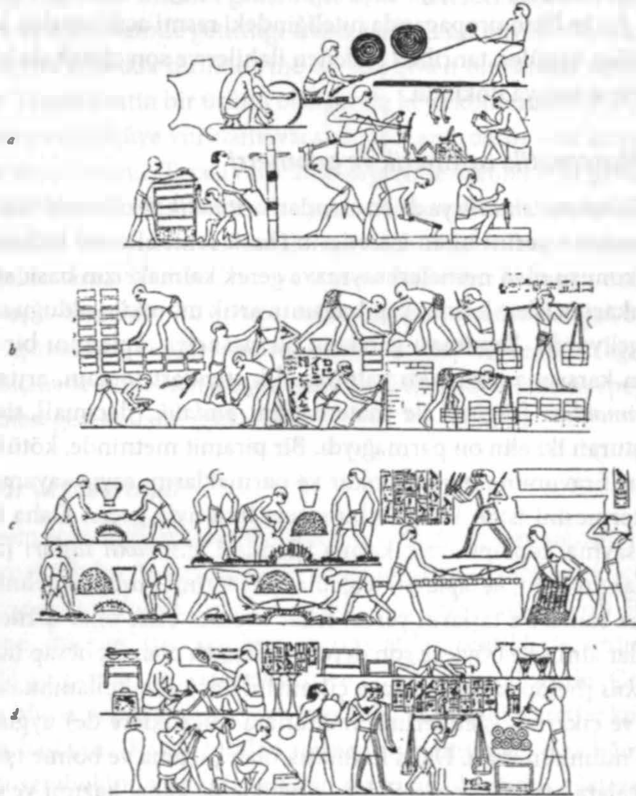
Matematik, aritmetik ve geometri

Fakat *matematik* ya da en azından *aritmetik* yazıdan da önce geldi. Nesnelerin yerini tutan işaretlerin (basit sembollerin) kullanılması, ilgi konusu olan nesneleri saymaya gerek kalmaksızın basit saptama ve çıkarma işlemlerinin yapılmasının artık mümkün olduğu anlamına geliyordu. Yapılması gereken, bir nesneler toplamını bir başkasının karşısına koymaktı yalnızca. İlk standart toplam, aritmetiğin *basamakları* [digits][5] ile matematiğin *ondalık* [decimal] sistemini oluşturan iki elin on parmağıydı. Bir piramit metninde, kötü bir ruh Mısır firavununa meydan okur ve parmaklarını sayıp sayamadığını göstermesini ister. Firavun bu sınavı başarıyla geçer. Daha karmaşık sayma, toplama ve çıkarma işlemleri için *çakıl taşları* [calculi] kullanılıyordu; *hesaplama* [calculation] terimi buradan gelmektedir. Daha sonra bu taşların yerini teller üzerine onar onar dizilen boncuklar almış ve böylece son derece kullanışlı olan ilk hesap makinesi *abaküs* [hesap tahtası] ortaya çıkmıştır. Ölçünün kullanılması toplama ve çıkarma işlemlerinin miktarlara (niceliklere de) uygulanmasını mümkün kıldı. Daha karmaşık olan çarpma ve bölme işlemleri, parçalara ayrılabilir nicelikler -özellikle de kanal kazımı ve piramit yapımı gibi bayındırlık işleriyle ilgili nicelikler söz konusu olduğunda gündeme geldi.

İnşaat işleminin kendisi, belki haritacılık ve kadastroculuktan da önce *geometrinin* doğuşuna katkıda bulundu. Kentteki yapılar başlangıçta tahta ya da sazdan yapılmış basit köy kulübelerinden ibaretti. Sınırlı bir alan içinde kurulu olan, üstelik bir de yangın

---

5 Latince kökenli olan *digit* sözcüğü, hem rakam hem de parmak anlamına gelmektedir.



Şekil 3: Rekhmire'nin (t. MÖ. 1470) mezarı üzerinde görülen Mısır teknikleri

a. Halat yapımı (sallanan ağırlığa dikkat edin) ve marangozluk (matkap, keski ve testere kullanımına dikkat edin)
b. Tuğla ve bina yapımı (dengelenmiş yüklere dikkat)
c. Bronz dökümü (ayakla kontrol edilen körüklere ve maşa kullanılmamasına dikkat edin)
d. Vazoların bitirilmesi ve değerli metallerin tartılması (tuğla taşıyıcının dengeyi sağlamasıyla benzerliğe dikkat edin)

tehlikesiyle yüz yüze bulunan kentlerde, bina yapımında kamışın üzerinin balçıkla sıvanmaya başlanması büyük bir ilerlemeydi. Bir sonraki adım -balçığın kalıplanıp kurutularak kerpiç yapılması- çok daha önemli sonuçlar doğurdu. Kerpiç özgün bir buluş olmayıp, tepelerde harçsız duvar yapmaya elverişli doğal düzgün taşların vadilerde bulunan tek malzemeden -balçıktan- yapılmış bir kopyası olabilir. Düzgünce yan yana ve üst üste dizilip bir duvar meydana getirebilmesi için kerpiçlerin dört köşe olması gerekiyordu. Dolayısıyla kerpiç kullanılması *dik açı* düşüncesi ile başlangıçta urgancının ya da dokumacının gerili ipi olan *düz çizginin* kullanılmasına yol açtı. (Şekil 3)

Kerpiçten bina yapılması, özellikle de piramit biçimli büyük dini yapıların inşaatı, yalnızca *geometriye* değil şekillerin ve katı cisimlerin kenar uzunluklarına göre hesaplanabilen *alan* ve *hacim* kavramlarına da kaynaklık etti. Önceleri yalnızca dört köşe blokların hacimleri hesaplanabiliyordu; fakat bir duvarı yukarı doğru inceltme ya da duvara eğim verme gibi yapısal ihtiyaçlar, piramit gibi daha karmaşık şekilleri doğurdu. Piramidin hacminin hesaplanması, Mısırlı matematikçilerin en büyük başarısı ve integral hesaplamalarının habercisiydi. *2.35*

Ölçekli plan uygulaması da, yine bina yapımından doğdu. Örneğin, MÖ. 2250 dolaylarına ait Lagash'daki Gudea heykelinde, bir mimar cetveli ile birlikte böylesi bir planı görmekteyiz. *2.28.265* Eldeki bu matematiksel yöntemlerle bir yönetici, kerpiç ya da taştan yapılacak inşaatın tüm işlemlerini önceden planlayabiliyordu. Gerekli işçi sayısını, bu insanların kullanacakları malzeme ile tüketecekleri yiyeceğin miktarını ve işin ne kadar zaman alacağını tamı tamına hesaplayabiliyordu. Tarlaların düzenlenmesi ve alanların hesaplanması ile vergi gelirleri bakımından verecekleri ürünün tahmin edilmesi işlemlerinde, kentte olduğu gibi kırda da bu tekniklerden yararlanılabilirdi. *Haritacılığın* ve *kadastroculuğun* [yer ölçümcülüğünün] kökeni budur. İlerde geometri -toprak ölçümü- terimini doğuracak olan da yine bu uygulama olmuştur. Gerçekten de matematik ilk başta kent yaşamının zorunlu ve olası kıldığı yardımcı bir üretim yöntemi olarak ortaya çıkmıştır.

Astronomi ve takvim

Tapınak yönetimlerinin pratik gereksinimlerinden doğan sayma ve hesaplama yeteneği, bir başka alanda daha doğrudan işe yaradı: Takvimlerin yapılması ve bunun için gerekli olan *astronominin* gelişimi. İlk insanlar güneşe, aya ve yıldızlara bir ölçüde ilgi göstermiş olmalılar. Fakat onların asıl ilgilerini çeken, gece ile gündüzün tümüyle güvenilir ve düzenli görüngülerinden çok, sağanak yağmurlar getiren gök gürültülü fırtınalar gibi gökyüzüne özgü şiddetli olaylar olmuştur. İlk insanın gereksinim duyduğu türde takvim, hakkında pek çok ritüel ve efsane türetilmiş olan ay tarafından sağlandı. **2.46** Ne var ki böylesi bir takvim başlangıçta matematiğe ve astronomiye pek fazla ihtiyaç duymuyordu.

Tarım uygarlığının ortaya çıkışıyla aydan çok yıl önem kazandı. Tarım işleri büyük ölçeklerle planlanmak zorunda kalınca, hazırlıklara ne zaman başlanacağını bilmek gerekti. Kuşkusuz, doğa bu anlamda pek çok güvenilir ipucu sunmaktaydı. Bunlardan ilki, sonradan bozuşarak kehanete dönüşmüş olan, kuşlarla mevsimler arasında bağ kurulmasına dayanıyordu ve son derece yararlıydı. Guguk kuşunun önemi baharı haber vermesinden ileri gelmekteydi. Baharı getirdiği için ona tanrısallık bile yakıştırılabilir. Dikkatli bir doğa gözlemcisinin elinde, günleri sayma zahmetine girmesine gerek bırakmayan oldukça yararlı bir takvim var demektir.

Öte yandan, hiç değilse bir yerde –Nil Vadisi'nde– sel, her yıl düzenli olarak yinelenen ve gelişine önceden hazırlanılması gereken doğal bir fenomendir. Yılın gerçek uzunluğu olan 365, 2422... günü bulmak kolay iş değildir; güneşin ve yıldızların yıllar boyunca ve çok dikkatli gözlemlenmesini gerektirir. Mısırlı rahipler bu gözlemleri yapmışlar ve bunların derlenmesi sonucunda, henüz MÖ. 2700 dolaylarında oluşturdukları güneş takvimi binlerce yıl boyunca kullanımda kalmıştır.

Sümerler ve onların Mezopotamya'daki ardılları da, aya böylesine basit bir çözümü benimsemeyecek kadar bağlıydılar. Bunun yerine, ay ve güneş takvimlerini uzlaştırmak gibi çok daha zorlu bir işe kalkıştılar. Bu iş için kuşaklar boyu süren kayıtlı gözlemlerin yapılmış, kusursuz hesaplama yöntemlerinin geliştirilmiş olması gerekiyordu.

Bugün hâlâ açı ve zaman ölçümlerinde kullanmakta olduğumuz altmış sayı sistemi –bir dairede 360 derece (bir yıldaki gün sayısına oldukça yakın bir rakam); bir saatte 60 dakika; bir dakikada 60 saniye bulunması– Mezopotamya'da geliştirildi. Bu takvim hesaplamaları ayrıntılı *matematik cetvelleriyle* yapıldı. Bu cetveller ise muhasebecilikte kullanılanların daha gelişkin bir türüdür. Bugünkü *cebir* ve *aritmetiğin* büyük bir kısmı, halen kullandığımız Arap (Babil, Pers, Hindu) rakamları olarak yeniden ortaya çıkan sayı sistemi de içinde olmak üzere, bunlardan türemiştir.

Astroloji

Amerika'dakiler de dahil tüm eski uygarlık tapınaklarında sürdürülen gözlemler zamanla takvim gereksiniminin belirlediği sınırların çok ötesine geçti. Yılın düzenleyicisi ve hasadın habercisi olan güneş, tapınılan bir tanrı haline geldi. Ay, (üstünlük bakımından) avcılık zamanındaki öncelikli konumunu yitirmekle birlikte, tümüyle yabana atılmadı; gözlemler de, her biri kendi daha önemsiz tanrısallığını kazanan gezegenler ile bir yanıp bir sönen parlak yıldızları da içine alacak ölçüde genişledi.

Bütün bunlar, tarım ya da denizcilik için gerekenden çok daha fazlaydı; ancak, takvim ve onu düzenlemek için gerekli olan astronomi artık dinsel bir anlam kazanmıştı. Takvim, giderek karmaşıklaşan kutsal günleri belirlemek için de gerekliydi. Bugünlerin –günümüzde pazar (İngilizce'de güneş günü anlamındaki Sunday) gününün olduğu gibi– hiç aksatılmadan kutlanması, doğanın düzeninin korunması için zorunluydu.

Astronomi farklı amaçlarla da kullanılmaya başlandı. Çalışmaları başından beri dinle bağlantılıydı. Ruhların, özellikle de kutsal kralların ruhlarının, öldükten sonra yaşadıkları gökler alemini inceliyordu. Önceleri, resmedilen gökler alemi aşağıdaki dünyaya çok benziyordu. Mısırlılar onu tepelere yaslanan, ortasından Kutsal Nil'in, yani Samanyolu'nun geçtiği düz bir örtü olarak düşünüyorlardı. Babillilere göre ise başlangıçta tepesinde yıldızların bir fener gibi asılı olduğu dört köşeli, uçsuz bucaksız bir çadırdı. Ancak tekerleğin icadından sonra, gökyüzünün kutbun çevresinde kendi ekseni etrafında döndüğü im-

gesine varılabildi. Çin astronomisinin bu devinim düşüncesinden yola çıktığı anlaşılıyor. Cenneti temsil eden ve Büyük Ayı takım yıldızındaki yıldızların konumunu belirlemeye yarayan tekerlek biçimli bir nesne olan *pi*'nin eski çağlardan beri var olması bunun bir kanıtıdır. Çin astronomisinde güneşin dünya etrafında izlediği düşünülen hayali yörüngeden [ekliptik] çok, kutup-dolayımsal [circumpolar] yıldızların egemenliği yüzyıllar boyunca sürmüştür. *3.4*

Göğün düzenli bir biçimde dönmesi düşüncesi, gök cisimlerinin hareketlerine büyük önem verilmesine yol açtı. Göklerde düzenli olarak yinelenen bu olaylar doğayı etkileyerek mevsimleri meydana getirdiğine göre, aynı şekilde insan yazgısını da etkilemesi gerekir diye düşünüldü. Başlangıçta yalnızca Kutsal Kral göklerle ilişki kurabiliyordu; ama giderek bir ayrıcalık yaygınlaştı ve parasını ödeyen herkes davranışlarını yıldızlara göre ayarlayabilir oldu. Yedi gezegen tümüyle günlük yaşama girdi; günümüzde haftanın günlerinden hâlâ bu yedi gezegen sorumludur. Hatta bunların sıralaması bile astrolojiden kalmadır: Güneş, Ay, Mars, Merkür, Jüpiter, Venüs, Satürn.[6] Astroloji ile astronomi arasında daima çok sıkı bir bağ olmuştur. Özünde yanıltıcı olmasına karşın insanların binlerce yıldır yıldızları gözlemlemelerinin nedeni budur. İnsanlar astrolojiye inanmasalardı bu yıldızlar onlara çok uzak ve etkisiz görünecekti.

Tıp

Bir üst sınıf mesleği olma ayrıcalığını astronomiyle paylaşan bir başka uğraş dalı da tıptı. Ne var ki bu uğraş, en az astroloji kadar saygın olmakla birlikte, canlı sistemlerin karmaşıklığından ötürü elde edilen gerçek başarı ister istemez çok daha az oldu. O devirlerde, bir hekimin bazı açık yaralarla kırık ve çıkıklara bakmaktan, yanlış tedavi ve perhizlerle hastanın kendisini ya da akrabalarının hastayı öldürmesinin önüne geçmeye çalışmaktan başka yapabileceği bir şey yoktu.

6 İngilizcede haftanın günleri isimlendirilirken gök cisimlerinden yararlanılmıştır; Sunday (Güneşin Günü - Pazar), Monday (Ayın Günü - Pazartesi), Saturday (Satürn'ün Günü - Cumartesi) .... İtalyancada günler ve anlamları ise şöyledir: Lunedi (Ayın Günü - Pazartesi), Martedi (Marsın Günü - Salı), Mercoledi (Merkürün Günü - Çarşamba), Giovedi (Jupiterin Günü - Perşembe), Venerdi (Venüsün günü - Cuma), Sabato (Satürnün Günü - Cumartesi) ve Domenica (Tanrının Günü - Pazar) (ç.n.)

Bununla birlikte, hekimler hastalığın tanısını koymada başarılı olabiliyorlardı. Kentlerde, karşılaştırma yapmalarına olanak tanıyan yeterince vakayla karşılaşıyorlardı. Bu karşılaştırmalar sohbetlerle yayılarak ve gelenek yoluyla bazı esaslara bağlanarak tıp biliminin ilk adımlarını oluşturdular. Hekimler yazının bulunmasından çok daha önce, geleneklerini sözlü olarak sürdürüyorlardı; başlangıçta kapalı klanlarda devam ettirilen bu gelenek sonradan öğretim ve benimseme yoluyla daha geniş bir çevreye yayıldı. Hastalıkların farkına varılması ve hatta bunların kayda geçirilmesiyle -ilk Mısır papirüslerinde bu konuda son derece ilginç örneklere rastlıyoruz ***2.9***- *anatomi* ve *fizyoloji* bilimleri doğdu.

Prognoz -hastalığın nasıl bir sona varacağını önceden kestirme- ilk çağlarda çok önemliydi; çünkü yasalar en azından Babil yasaları, kazara hastasının gözünü çıkaran (kör eden) başarısız bir doktorun kovuşturmaya uğramakla kalmayıp, kendi gözünün de çıkarılması tehlikesiyle yüz yüze olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bir Mısır papirüsünde gördüğümüz vaka tanımlamalarının pek çoğunun, "bu vaka tedavi edilmeyecektir" sözleriyle sona ermesi hiç de şaşırtıcı değildir.

Resmi tıp, bitkileri ve mineralleri, bir sisteme göre düzenlemişti, bunlar hakkında elde edilen bilgiler, ilkel kültürlerin büyücü hekimleri ve bilge kadınları aracılığıyla geleneksel olarak bir kuşaktan diğerine aktarılıyordu. Bu bitkilerin ve minerallerin bir kısmı müshil ve kusturucu özelliklerinden ötürü seçilmişti; bir kısmının ise Güney Amerika yerlilerinin sıtmaya karşı kinini bulmaları gibi, bazı hastalıklara iyi geldikleri biliniyordu. Fakat büyük çoğunluğu, adam otunun [mandrake] insanı uyutmasına benzer nedenlere dayalı büyü ilaçlarıydı. Bununla birlikte, kent hekimleri ilaçlarını çok daha geniş bir alandan sağlayabiliyor ve onların üretimlerini örgütleyebiliyorlardı. *Botanik* [Bitki bilimi] ve ilk botanik -veya şifalı ot- bahçeleri, kaynağını tarımdan çok buradan aldı. ***1.39***

İlk kimya

Kimya Tunç Devri'nde, hatta Demir Devri'nin sonlarına kadar, saygın bir bilim düzeyine ulaşamadı. Bununla birlikte metal-işçile-

rinin, kuyumcuların ve çömlekçilerin çok yönlü gözlem ve uygulamalarında bu bilimin temelleri sağlam bir biçimde atılmaktaydı. Cevherleri eritme; madenleri arıtma, boyama ve mineleme işlemleri, çoğu başarısızlıkla sonuçlanan pek çok deneme ile öğrenilmesi gereken karmaşık kimyasal tepkimeleri içerir. Başarılı sonuçlar özenle sonraki kuşaklara aktarılması ve titizlikle takip edilmesi gereken reçetelere geçirilmekteydi. Bu ilk kimyacıların başarılarının nerelere kadar uzandığını henüz tam olarak bilemiyorsak da, bildiğimiz kadarı yeterince etkileyicidir. ***2.37***

Kimyasal elementlerin en az dokuz tanesinden -altın, gümüş, bakır, kalay, kurşun, cıva ve demirin ***2.18*** yanı sıra kükürt ve karbon- haberdardılar ve çinko, antimon ve arsenik gibi başka elementlerin de alaşımlarını kullanıyor ve onları ayırt edebiliyorlardı. Çeşitli kuru ya da sulu ayıraçları, potas ve amonyak (mayalanmış üre olarak) gibi alkalileri ve bira ve şarap olarak alkolü tanıyorlardı. Kullandıkları aygıtlar çömlek ve metal kaplarla sınırlıydı; imbik nedir bilmiyorlardı ve damıtılmış alkol ya da gazlarla başa çıkamıyorlardı.

Çalışma yöntemlerini akılcı ve *nicel* bir bilim yönüne çeviren güçlü bir dürtü vardı: Kullandıkları malzemelerin kıtlığı ve değeri. Daha başından, değerli madenlerin tartılması, hesaplanması ve alaşımlarında kullanılan oranların kayda geçirilerek bunlara sıkıca bağlı kalınması gerekiyordu. Alaşım halinde ya da cevherlerde karışık olarak bulunan madenlerin ayrıştırılmasını içeren kimyasal çözümleme ya da tahlil, en değerli madenleri yeniden elde etme ya da içine yabancı madenlerin karışmasına karşı önlem alma zorunluluğundan, kendiliğinden doğdu. Kimyasal çözümleme, kimya tarihinde çok önemli bir adımdı. Kesin bir tarih veremesek de doğal altın-gümüş alaşımı olan elektrumdan yapılmış nesnelerin yerini arıtılmış altından yapılma nesnelerin almasına bakarak bunun ne zaman ortaya çıktığını söyleyebiliriz. Daha sonraki kaynaklardan da yapılan işlemleri; gümüşü altından ayırmak için antimonun, kurşunu gümüşten ayırmak içinse potada eritme-arıtma işleminin kullanıldığını öğreniyoruz. Bu yöntemlerin akıl almaz başarısını ve sürekliliğini, eski bir Mısır papirüsünde pota yapımı için verilen tarifin -birayla ısıtılmış kemik külünün- bugün de pota yapımında kullanılıyor oluşu açıkça ortaya

koymaktadır. Cansız ve donuk kurşun oksit yığınında ansızın ışıl ışıl parlayan gümüş damlacıklarının belirmesi insanları âdeta büyülüyordu. Bu, yalnızca simyaya duyulan ilginin odağındaki neden değil, aynı zamanda ateşle arınma ve bedenin tüm görkemiyle yeniden dirilmesi kavramlarının da esin kaynağı oldu.

Elimizde, antik kimya teorisi üzerine eserler olmaması, böyle bir teorinin var olmadığı anlamına gelmez. Hiçbir zaman resmi olarak dile getirilmemiş olsa bile, eski kimyacıların ürünlerine bakarak onların genel oksitlenme ve indirgeme ilkelerinden haberdar olduklarını, kükürt ve klor gibi ametalleri ortaya çıkarabildiklerini ya da ortadan kaldırabildiklerini anlıyoruz.

Eski kimyacılar, esas olarak süs eşyası yapmakla ilgilendiklerinden, özellikle çeşitli renkleri nasıl elde edeceklerini çok iyi biliyorlardı. Daha çok görünüşe önem verildiğinden, sonucu, ortaya çıkan ürünün görünüşüne göre değerlendiriyorlardı. Bakırı altına benzetmeye çalışarak *pirinç* ürettiler; mavi turkuvaz (firuze) ya da lazürit elde etmeye çalışırken *camın* kökenini oluşturan mavi sırı ürettiler. Pek çok beklenmedik dönüşümün yaratıcısı olmaları, onları kendi sanatlarında hiçbir şeyin imkânsız olmadığı düşüncesine götürdü. Bu sağlıklı bilimsel iyimserlik daha sonra yozlaşarak *simyanın* mistik hurafelerine dönüştü.

İlk kimyacılar kendilerini asla kimyacı saymazlar; metal işçisi, altın işlemecisi ve kuyumcu olarak görürlerdi. Rahiplerle ve sarayla yakın ilişki içinde olan son derece değerli teknisyenler olmalarına karşın yine de kirli bir iş kolunda çalışan kol işçileriydiler. Onların bilgisi astronomiyle, matematikle ve tıpla eşdeğer bir bilim olarak görülemezdi. Bir sanat olarak kaldı; kara bir sanat, Kıpti Kilise'nin kara büyüsü olarak.

3.5. İLK BİLİMİN SINIFSAL KÖKENİ

İlk uygarlıkların elde ettikleri başarıların bu kısa özetinde bile, kentlerin kurulmasının kaçınılmaz olarak ne muazzam ilerlemelere yol açtığını görmek mümkündür. Bu arada, teknik ilerlemelerden farklı olarak bilimsel ilerlemelerin geniş çaplı yönetim sorunlarından

kaynaklanan adımlarla sınırlı olduğunu belirtmemiz gerek. Dolayısıyla, bilimi geliştirenler rahipler olduğu gibi, kayıt tutma ve hesaplama yöntemleri de onların tekelinde bulunduğundan bu gelişim rahiplerle sınırlı kaldı. Rahip yazısı anlamına gelen hiyeroglif terimi bile bu sınırlamayı açığa vurmaktadır. Yeni kurulan sınıflı toplumda eğitimle bilimin birlikteliği, bu toplumun birkaç önemli istisna dışında günümüze dek gelen en belirgin özelliklerinden biridir. Matematiğin, astronominin ve tıbbın antik uygarlıkların soylu bilimleri olarak kazandıkları saygınlık Yunanlıları ve ardından bizim Ortaçağ insanlarımızı öylesine derinden etkilemiştir ki, daha sonra onlara eklenen müzikle birlikte bu bilimler yükseköğrenimin temel direklerini oluşturmuştur. Kimya ve biyoloji gibi daha temel bilimler ise kültürel alanda kendilerini kabul ettirebilmek için mücadele etmek zorunda kalmışlardır. Dahası, 18. yüzyıla gelinceye dek bilimin ana izlencesini oluşturan, göksel hareketler ve bu hareketlerle yeryüzündeki yaşam koşullarında meydana gelen değişiklikler arasındaki bağlantının anlaşılması, ana hatlarıyla antik uygarlığın neredeyse başında belirlenmişti.

Eski site (kent) devletlerindeki tekniklerin ve kültürün önemli bir özelliği, çağdaş ölçütlerle değerlendirildiğinde dahi olağanüstü hızlı bir gelişim göstermiş olmalarıdır. Örneğin, devasa boyutları, geometrik ve astronomik doğrulukları ve kusursuz duvar işçiliğiyle Gizo piramitlerinin, yaklaşık olarak MÖ. 3000 ile MÖ. 2700 yılları arasındaki iki üç asırda yapılmış olan basit kesme-kaya mezarlarından geliştirilmiş olduklarını biliyoruz. Hem bu hız hem de yapılan işin niteliği çok geniş bir etkinlik alanı içinde yeni yöntemler geliştirip bunları denemeye hevesli yetenekli insanların varlığına işaret etmektedir. Başlangıçta bu yenilikleri geliştirenlerin kendilerinin de teknisyen oldukları anlaşılmaktadır; Imhotep, Tubal-Cai ve Dadalus gibi kültür kahramanlarının efsaneleri, onlardan, hem yeni harika şeyler icat eden hem de bunları bizzat yapan zanaatkârlar olarak söz eder.

Yazıcılar (kâtipler) ve işçiler

Ne var ki gelinen noktada, muhtemelen yine de oldukça erken bir aşamada, ilk Mısır hanedanları veya ilk Mezopotamya krallıkları

zamanında, büyük çaplı örgütlenmenin doğurduğu gereksinimlerin, örgütçüleri teknik süreçlerden ayırmaya başladığını görüyoruz. Bu kişiler, zamanla sayılarının artması ve vazgeçilmez kimseler haline gelmeleri nedeniyle zanaatkârlardan belirgin bir biçimde ayrılan ve kendilerini onlardan üstün gören bir kasta dönüştüler. Kesin tarihi bilinmeyen eski bir Mısır papirüsünde bu yeni tutumun oldukça ilginç bir örneğine rastlıyoruz. Bunun, bir babanın "Yazıcılar Koleji"ne gönderdiği oğluna verdiği öğütler olduğu anlaşılmaktadır:

> Kaba kol işçiliğinin ne olduğunu gördüm -kendini edebiyata (yazına) ver. Kol işçiliğinden kurtulan insan üzerine de düşünüp taşındım. şundan eminim ki edebiyattan daha değerli bir şey yok. Bir insanın suya dalması gibi sen de Mısır edebiyatının derinliklerine dal... Dökümcülerine talimat veren ustayı gördüm; ama alev alev yanan ocağın başında ter döken, meşakkat çeken metal işçisini de gördüm. Parmakları timsah derisine dönmüş; balık yumurtasından daha pis kokuyor. Kesip biçen ya da oymacılık yapan bir marangozu düşün; saban çeken bir köylüden daha mı çok dinleniyor? Onun tarlası tahtalar, çift sürme aleti ise bakırdır. Geceleri çalışmasa da gün boyunca kollarında derman kalmayıncaya kadar çalışır. Akşam olunca kandilini yakar...
>
> İzbe bir kulübede yaşayan dokumacının yazgısı bir kadınınkinden daha beterdir. Dizlerini kırmış, bacaklarını göğsüne çekmiştir; rahat bir soluk bile alamaz. İşini bir kez aksatacak olsa gölcükteki zambak gibi yer sopayı. Ancak kapıdaki bekçiye kendi boğazından kestiği ekmeği rüşvet olarak verirse, bir an için günışığına çıkabilir... Sözüme kulak ver. Balıkçının işi hepsinden beterdir. Nehirde çalışarak geçimini sağlayamaz. Timsahlarla iç içedir ve eğer papirüs demetleri yoksa (yardım istemek için) bağırmak zorundadır. Timsahın nerede pusuya yattığını öğrenemezse korku gözlerini kör eder. Doğrusu, yazıcılıktan daha iyi bir meslek bulamazsın.
>
> Yazıcılık sanatını bilen adam, sırf bundan ötürü üstün bir adamdır. Gözlerinin önüne serdiğim diğer meslekler için böy-

le bir şey söylemek imkânsızdır. Her işçi bir diğerine söver. Kimse yazıcıya:"şu adamın tarlasını sür!" diyemez... Derslikte (geçireceğin) bir gün dışarıdaki tüm bir ömre bedeldir. Orada yapacağın çalışmalar dağlar kadar (kalıcıdır)... şüphesiz Tanrıça Rennit de Tanrı'nın yolundadır. O, doğduğu gün de yetişkin biri olup Konsey Odası'na girdiği gün de yazıcının yanı başındadır. Kralın Evi'nin sofrasında yemek yemeyen tek bir yazıcı bile yoktur. (Yaşam, güç ve sağlık kralın olsun!) ***2.10***

Görüldüğü gibi, beyaz-yakalı ya da hiç değilse beyaz-etekli meslekler hem ahlaki yönden hem de pratik bakımından diğerlerinden üstün tutulmakta; hatta ilk uygarlığın alabildiğine karmaşık yazı ve hesaplama sistemleriyle başa çıkmak için gereken zorlu çalışmaya değer sayılmaktadır. Maddi nesnelerle uğraşmayı bırakmış olan yönetici-rahipler kendi simgesel sistemlerini geliştirme ve onlara bağımlı bir gerçeklik yükleme eğilimindeydiler. Bu eğilim, bir bakıma yararlı da oluyordu; çünkü hiç değilse birkaç seçkin kafaya düşünmek için boş zaman bırakıyordu. Nitekim böyleleri, bu simgelerden matematiğin soyut [geometrik] çizimlerini yaratmayı başardılar. Mısırlı ve Babilli matematikçilerin büyük başarıları, daha sonra gelen ve daha soyut olan Yunan matematiğinin temellerini oluşturdu. Ne var ki, simgelerle böylesine meşgul olmak, avcılık günlerine özgü temsili büyücülük gibi çok daha ilkel düşüncelerin varlığını sürdürmesine ve ruhların gücüne duyulan inancın büsbütün artmasına da yol açtı.

Büyü ve bilim

Gerçekten de, ilk teknik ilerleme dürtüsünün zayıflamasıyla birlikte, büyünün her zamankinden çok daha büyük bir önem kazandığı görülmektedir. Büyü, dünyanın işleyişine dair yanlış da olsa ilerletici bir açıklama olmaktan çıktı ve yapıcı düşüncenin gelişimine ket vurdu. Üretim süreçlerinden giderek daha da uzaklaşan rahiplerin elinde, gerçek sorunlara çok daha kolay çözümler bulma iddiasına dönüştü. Sağlığın ya da başarının denetimini ruhlara devrederek onları güvence altına alacak yararlı eylemlerin araştırılmasını

engelledi. Ayrıca, doğa olaylarını (sözüm ona) kutsal ruhların eylemleriyle açıklamak, gerçeklikten uzak benzetmelere [analojilere] başvurulmasının yolunu açtı. Doğa, insan dünyasının genişletilmiş bir uyarlamasından ibaret sayılıyordu. Aslında insan tekniğindeki her ilerleme, evrenin geri kalanını bu tür başarılı insan etkinliklerine dayanarak anlamaya yönelik bir çağrıydı. Mitlerin büyük çoğunluğu tam da bu türden açıklamalar sunarlar. Dünyanın yaratılması, karaları sulardan ayıran üstün bir sulamacının; insanın yaratılması ise onu kilden yoğuran üstün bir çömlekçinin işine benzetilmiştir. Bu gibi efsaneler *antropomorfik* (insan biçimci) olmaktan çok *teknomorfiktir* (teknik biçimci).

Bilimsel bir dil geliştirmeden genel bilimsel teorileri formüle etmenin güçlüğü göz önünde bulundurulmak şartıyla, pek çok mitte bilimselteorilerin ilk örneklerini görebiliriz. Bu mitlerde doğa güçleri kişileştirilmiştir, fakat bunları yazıya döken rahipler kişileştirmeyi laf olsun diye ele almış olabilirler. Hiç kuşkusuz, mitlerin içerdikleri teoriler İyonyalı Yunanlılarca kolayca sezinleniyor ve işin içine tanrılar karıştırılmadan ağızdan ağıza dolaşıyordu. *2.47; 2.21*

Bilim, insanı ilgilendiren doğal çevrenin büyük bir bölümünü doğrudan eylem yoluyla, akılcı bir yaklaşımla denetleyebilecek noktaya gelmeden -ki bu ancak yakın zamanlarda başarıldı- insana doğa üzerinde pratik bir denetim kurma olanağı sağlamayan ruh teorisinin yararsızlığını görebilmek çok güçtü. Ruhsal yol, görünürde diğerlerinden daha kötü değildi; dahası, inanç ve olasılığın makul bir birleşimiyle çok iyi işlediği bile sanılabilirdi. İnsanlar genellikle hastalıkların üstesinden geliyorlar, ekinler genellikle büyüyordu; ayrıca güneşin her sabah yeniden doğacağına da güvenilebilirdi.

Ne var ki, insanlar doğal fenomenlere ruhsal açıklamalar getirmeyi sürdürdükçe, bilimin gelişimi fiili olarak engellenmiş oldu. Usa dayalı [rasyonel] bir anlayışa ve denetime ulaşma çabasının daha baştan yararsız görülmesinin yanı sıra, zararlı bile olabileceği düşünülüyordu. Çünkü ruhlar hiç kuşkusuz yetkilerine ve ayrıcalıklarına el uzatılmasını hoş karşılamayacaklar, böylesi girişimler karşısında öfkeye kapılacaklardı. Diğer bir deyişle, bu türden çabalar, özellikle ilk tapınak kurumlarının çökmekte olduğu ve rahiplerin kendilerine

inananların bağışlarına daha fazla muhtaç hale geldikleri bir dönemde, ruhsal ve büyülü (esrarlı) evren teorisinde çıkarları bulunan bu rahiplerin geçimlerini tehlikeye atmaktaydı.

Doğa güçlerini denetim altına alma çabasının tanrılar aristokrasisi için doğurduğu tehlike, Prometheus mitinin ana fikrini oluşturur. *2.45* Ateş en başından beri göklere aitti; insanın onu alıp kendisi için kullanma hakkı yoktu. Rahiplerin istediği, tanrılara saygı gösterilmesiydi –tanrıları yatıştırmak için tövbe ayinlerinin aksatılmaksızın yerine getirilmesi, her türlü tabunun titizlikle gözetilmesi ve tanrıların iradesine boyun eğilmesi. Bu görüşler yetkililerce desteklendiği sürece -ki bunlar henüz toplumdan çekilip gitmiş değillerdir- evrenin işleyiş tarzını yakından incelemeye kalkmak dinsizlik olarak görüldü. Böylesi araştırmaların göklerdeki güçleri öfkelendireceği kesindi ve bu güçler bir kez kızmaya görsünler, hınçlarını yalnızca araştırmacılardan değil tüm bir toplumdan alırlardı. Dinsel güçler, en başından beri sınıf egemenliğinin sürdürülmesiyle özdeşleşmişti. İlk kentlerin kuruluşundan birkaç yüzyıl sonra, egemen güçler maddi ve teknik ilerlemeye olumlu gözle bakmaz olunca, din de kaçınılmaz olarak entelektüel gelişmeye ket vurdu.

3.6. İLK UYGARLIKLARIN BAŞARI VE BAŞARISIZLIKLARI

Yine de, bir bütün olarak ele alındığında ilk uygarlıklar, tekniklerde ve düşüncede muazzam bir ilerlemeyi sağlamayı ve bunu sürdürmeyi başardılar. Çok yaygın olduğundan pek dikkatimizi çekmese de ilk uygarlıkların teknik yönden ulaşmış oldukları düzeyin ne denli yüksek olduğunu şu olgu gözler önüne sermektedir: Hayatımızın büyük bölümünde, o dönemde geliştirilen ve aradan geçen 5000 yıl içinde hemen hiç değişmeyen eşyalar çevremizi sarmış durumdadır. Bugün kullandığımız masa ve sandalyeler Mısırlı ilk marangozların tahta doğramacılığı gibi güç bir işin üstesinden gelmelerinden bu yana hiç değişmemiştir. Oturma yerleri hasır örgülü, pençe ayaklı koltuklar aşağı yukarı MÖ. 2500'den beri bilinmektedir. Halen, duvarları ile tavanı taştan ve tuğladan yapılmış ve üzeri sıvanmış oda-

larda yaşıyoruz. Aynı türden kaplardan yemek yiyoruz; aynı türden kumaşlardan yapılmış elbiseleri giyiyoruz.

Sosyal kurumlarımızda bile olağanüstü bir değişim gözlenmiyor -gördüklerimiz ise ilkel toplulukların kurumları ile ilk kentlerin kurumları arasındaki değişiklikten çok daha az. Tıpkı onlar gibi bizim de tüccarlarımız, yargıçlarımız ve askerlerimiz var; üstelik çağımızın siyasi sorunları da onlara yabancı değildi. Diğer bir deyişle, çoğumuz hâlâ ilk kentlerle birlikte ortaya çıkan sınıflı toplumlarda yaşıyoruz.

Teknik durgunluk

Mezopotamya, Mısır, Hindistan ve Çin'deki büyük nehir vadilerinde kent yaşamının başlamasıyla birlikte teknikte görülen muazzam atılım, kabaca MÖ. 3200 ile MÖ. 2700 yılları arasında gerçekleşti; yani birkaç asırdan fazla sürmedi. Bunu görece daha uzun bir kültürel ve politik durgunluk dönemi izledi. Belirli kentler yükselip çöktüler; rahip-kral hanedanlarının biri gidip diğeri geldi. Arada barbar istilaları oluyor, hatta barbar hanedanların başa geçtikleri görülüyordu; fakat üretim tarzında temel bir değişiklik olmadı. Üretim sulamalı-tarıma dayalı kaldı ve dış bölgelerle yapılan ticaretle desteklendi. Kentlerde biriktirilip tüketilen tüm zenginliğin kaynağı, tarımdan elde edilen artı-üründü. Artı-ürün görece az olduğundan ancak küçük bir azınlığı geçindirmeye yetiyordu. Bu azınlık seçkin bir sınıf olmaya yöneldi. Tarım tekniklerini geliştirmeye çalışan ilk yöneticilerin ardılları giderek üretim sürecinden koptular ve ürünün alabildiğine çoğuna el koymaktan başka bir şeyle ilgilenmez oldular. Çok geçmeden, zenginliğin üreticileri olmaktan çıkıp sömürücü haline geldiler. Kendi kişisel zevkleri uğruna görkemli tapınaklarla mezarların inşası için giderek daha fazlasını talep etmeye başladılar. Bu ise, köylülerin ve zanaatkârların yoksullaşarak fiilen köleleşmeleri anlamına geliyordu. Böylece, site devletlerini zayıflatan ve en sonunda entelektüel ve teknik ilerlemeyi durduran çatışmalar baş gösterdi.

Bu olaylardan biri hakkında oldukça ayrıntılı bir bilgiye sahibiz. Zamanında -MÖ. 2400- Güney Mezopotamya'nın en önemli kenti olan Sümer kenti Lagaş'ta, toplumsal devrim olarak adlandırılmayı

hak eden bir olay meydana geldi. Urukagina isminde biri, bir başka hanedanın hükümdarlarından iktidarı zorla alarak bürokrasinin, rahiplerin ve zenginlerin zulmünü kısıtlama hedefiyle bir dizi reforma girişti. Bize kadar ulaşan belgelerde eski ve yeni düzen arasındaki farklılıkların vurgulandığını görmekteyiz. Yolsuzluklara ve rüşvete son verilmiş, bu suçlardan mahkûm olanlar görevlerinden uzaklaştırılmışlardır. Bunun yanı sıra vergi tahsildarları ile denetçilerin sayısı azaltılmıştır. Rahiplerin sahip oldukları ayrıcalıkların pek çoğu kaldırılmış; defin, düğün, boşanma ve kehanet karşılığında aldıkları ücret üçte birine ya da daha azına indirilmiştir.

Ne var ki bu reformlar fazla uzun sürmedi. Bu anlaşma (sözleşme) egemen sınıfı ortadan kaldırmamış, yalnızca sınırlamıştı. Egemen sınıfın üyeleri yakaladıkları ilk fırsatta rakip Umma kentinin kralıyla ittifak yaparak kendi kentlerine savaş açtılar. Lagaş kenti yağmalanıp yerle bir edildi. Hükümdara sadık kalan rahiplerden biri üzüntüsünü tabletlerden birinde şöyle dile getiriyor: "Girsu Kralı Urukagina'nın hiçbir günahı yoktu. Umma hükümdarı [patesi] Lugal Zaggisi'nin günahlarıyla kendi tanrıçası Nidaba'nın boynuna." ***2.28.176*** Ancak Umma hükümdarının zaferi uzun ömürlü olamadı. O da, ilk dünya imparatorluğunun kurucusu, ilk Akad Kralı Sorgon tarafından bozguna uğratıldı. Sorgon, tıpkı Musa gibi bir bahçıvanın bulup büyüttüğü bir yetimdi ya da öyle olduğunu iddia ediyordu.

Savaş

Bu öykünün sonu, ilk kent ekonomisinin bir başka dengesiz güç [iktidar] kaynağını daha ortaya koymaktadır: Savaşın örgütlü zoru. Yerel tarım nüfusunun gözle görülür sömürü sınırlarını aşmak için kentin alanının genişletilmesi gerekiyordu. Bu, bir yere kadar barışçıl bir biçimde gerçekleşebiliyordu, ne var ki, sınırlı bir alan içinde aynı politikayı izleyen birkaç kentin birden bulunması çatışmalara ve yeni bir kurum olan savaşın ortaya çıkmasına (evrimine) yol açtı. Sözcüğün gerçek anlamıyla savaş, aslında uygarlığın bir ürünüdür. Avcılık ve hatta çobanlık aşamasında kabileler arasında baş gösteren çatışmalar, nitelik yönünden sürekli seferlerden çok futbol maçlarını

andırıyordu. Bu çatışmalar, ayrıntılarda zalimce olsalar da, çok sayıda savaşçıyı bir araya getirmenin ya da savaş alanında birkaç günden fazla tutmanın olanaksız olduğu bir kültürü çok az etkileyebildi. Ancak, kentler ortaya çıktıktan sonra durum tümüyle değişti: Ordular [artık] ağır silahlarla donatılabiliyor ve elde edilen fazla ürünle beslenebiliyorlardı. Kent yönetimlerini denetimleri altında tutan üst sınıfların, savaştan büyük ekonomik çıkarları vardı. Servetleri, doğrudan doğruya sömürebildikleri alanın genişliğine bağlıydı ve ekilebilir topraklar, o toprakları süren köylülerle birlikte bir başka kentin elinden alınabiliyordu. Dahası, ganimet olarak malzeme, hayvan ve insan ele geçirme olanağı da buluyordu.

Savaş, ordular kurulmasını ve bu ordulara komuta edilmesini yaşamsal bir zorunluluk haline getirdi. Böylece yönetimin ve devletin niteliğini de değiştirdi. Devlet başkanının temel görevi, tarım ve bayındırlık işlerinin yönetilmesi olmaktan çıkıp savaş önderliğine -rahiplikten krallığa- dönüştü. Savaşın bir diğer etkisi ise kadınların konumunun birdenbire daha da zayıflaması oldu. Uygarlığın ilk aşamasında kadınlar köy kültüründe kazandıkları büyük önemi korumuşlardı. Savaşın önemi arttıkça onların yöneticilik görevlerini erkekler devraldı. Ancak kadınlar yine de hiçbir zaman Demir Devri'yle birlikte görülecek olan ev kölesi konumuna düşmedi.

Savaş ve teknik: Mühendis

Savaş bir istisna halinden çıkıp kural haline geldikçe ve kent, savunma *surları* ve müstahkem *kalesi* ile köyden ayrılmaya başlayınca, orduların gereksinimleri tekniğin doğrultusunu giderek daha fazla etkiler oldu. Yeni yeni uç vermekte olan bilim de aynı tarafa yöneldi.

Silah yapımındaki teknik ilerleme, diğer alanlardaki teknik ilerlemeler neredeyse tamamen durduğunda bile devam etti. Silah yapımcısının savaşçı açısından önemini anlamak için efsanelerde Vukan ya da Waylond Usta gibi kahramanlara gösterilen saygıyı hatırlamak yeter. Uzun vadede bundan da önemli olan bir diğer gelişme, mancınık ve hareketli burç gibi mekanik ilkelerin kavranmış olmasını gerektiren savaş makinelerinin icadıydı. Bu türden makineleri yapıp

kullanma, siper ve lağım (tünel) kazma gibi gereksinimler *mühendislik* mesleğini doğurdu. Mühendis yeteneğini esas olarak sivil kaynaklardan edinmiş olmasına karşın, yaptığı iş her şeyden önce askeri bir meslekti.

Savaşın daha başka ve geri cepheleri de bilimi teşvik etti. Yol ve kanal yapımı da *2.50* içinde olmak üzere orduların gereksinmelerinin karşılanmasıyla ilgili sorunlar bunların başında geliyordu. Tarihteki en eski büyük ölçekli planlama örneklerinden biri olan müstahkem mevki tasarımı da onlardan biriydi. Platon'a göre geometrinin tek pratik yararı, bir orduda safları ve sıraları düzenlemesiydi. Savaş ya da onu doğuran toplumsal sistem olmasaydı, barışçıl sanatlar çok daha hızlı gelişebilirdi. Fakat bilimle savaş arasındaki ilişki konusunda hiç değilse şunu söyleyebiliriz: Kültürün diğer cephelerinin çökmekte olduğu bir zamanda bilimin canlı kalmasını sağlayan tek şey savaş olmuştur. (Şekil.4)

Ticaret ve İmparatorluk

Kısmen savaş, kısmen de ticarete dayalı bir ittifaklar sistemi yoluyla, başlangıçta bağımsız olan site [kent] devletleri, daha büyük birimler içinde birleşmeye yöneldiler. Bu birleşme ya önemini tanrı-kralın kutsal kenti olmaktan alan Mısır'daki Memphis gibi tek bir kentin sarsılmaz ve karşı konulamaz egemenliği altında ya da Mezopotamya'da birbiri ardı sıra gelen Ur, Larsa, İsin ve Babil *imparatorlukları* gibi kentler arasında durmadan yer değiştiren bir egemenlik altında gerçekleşti. Mısır'da iktidar, tanrı-kral Firavun (Per-aah - Pharaoh, Beyaz Salon ya da Beyaz Saray demektir) ve onun rahiplerden oluşan yönetim organının elinde öyle bir yoğunlaşmış durumdaydı ki, piramitler gibi dev ve ekonomik bakımdan yararsız yapıların inşasına girişilebiliyordu. Mezopotamya'da kentler arasında böylesi uçurumlar yoktu. Üst sınıfın savurgan harcamaları toplamda Mısır'ınkinden daha az olmamakla birlikte, hiçbir zaman öyle tek bir yerde yoğunlaşmış değildi. Hindistan'da Aryan istilasından önce kaleleri, hamamları ve tapınaklarıyla Mezopotamya'dakilere benzer büyük site devletleri vardı. Ne var ki, onların yazısını henüz çöze-

mediğimizden, toplumsal yapılarını değerlendirebilecek bilgiden yoksunuz. *2.37a* Çin, her ne kadar tarihin büyük bölümünde birbirleriyle sürekli savaşan pek çok devlete bölünmüşse de, eski Çin'de imparatorun -göklerin oğlunun- saygınlığı Firavun'unkine yakınlık göstermekteydi.

İmparatorluk ve ulu Tanrı

İmparatorlukların büyümesinin sonuçlarından biri de, egemen kentin tanrısının fethedilen ya da merkeze bağlanan kentlerin tanrılarına üstün kılınmasıydı. Başlangıçta Thebes eyaletinin -ya da mıntıkasının- koç totemi olan Amon, Theban İmparatorluğu'nun yükselişiyle birlikte, şahin totemi güneş tanrısı Ra ile birleşerek Amon-Ra, yani tanrıların efendisi haline geldi. Yerel tanrılardan Marduk da Babil'de aynı ölçüde önem kazandı. Tanrının kudreti imparatorluğun gücüne göre artıyor ya da azalıyordu; fakat ardında tüm dünyaya hükmeden tek bir ulu-tanrı düşüncesi bıraktı. Aknaton, kendisinin tapındığı güneş-kursu [güneş-diski] ile Mısır'da bu inancı resmi olarak yerleştirmeye çalıştıysa da başarılı olamadı. Bunu başarmak ve çağdaş tek-tanrıcılığı [monoteizmi] kurmak o zamanlar adı sanı bilinmeyen Yahudi kabilelerine kısmet olacaktı.

3.7. UYGARLIĞIN YAYILIŞI

Uygarlık, merkezde durgunluk dönemine girmiş olmasına karşın etkisi giderek çok daha geniş alanlara yayılıyordu. İmparatorlukların varlığı, ilk nehir-vadi uygarlıklarının doğuşuyla birlikte baş göstermiş olması gereken bir sorunu öne çıkardı: Site devletlerinin, açık arazide ve tepelerde bulunan daha az gelişmiş komşularıyla olan ilişkisi.

Uygarlık saban, tekerlek ve metal orak gibi ilk ortaya çıktığı yer dışında da kullanılabilecek daha gelişkin teknikler sağlamıştı. Bu bakımdan, çeşitli yollarla yayılma eğilimine sahipti. Kağnılarla göç etmek bu yollardan biriydi. Kent arazisi çoğalan nüfusu barındıramaz hale gelince, köylüler sürüleri ve arabalarıyla birlikte yerleşim bakımından pek elverişli olmayan daha vahşi fakat daha geniş kırlara göç ettiler. Böylece köy toplulukları Avrupa'nın, Asya'nın, Afrika'nın ve

muhtemelen Amerika'nın ekime elverişli topraklarına yayıldılar. Bu yayılma sırasında uygarlığın daha karmaşık ürünleri kaçınılmaz olarak yitip gitti ya da basitleştirildi. Bu nedenle, yerleşmiş uygar göçmenler ile uygarlığın tekniklerini elden ele aktarma yoluyla komşularından edinmiş olan daha ilkel kültürlerden insanları birbirinden ayırmak güçleşti.

Uygarlığın bir başka yayılma yolu ise, kentlerdeki en maceracı kimseler olan tüccarların, özellikle de madencilerin, yerleşmek için değil de, başta değerli taşlar, maden cevherleri ve altın olmak üzere değerli yerel ürünleri toplamak amacıyla uygarlığı çevreleyen vahşi toprakların yolunu tutmalarıydı. Tüccarlar değiş-tokuş sırasında kent ürünlerini vermek zorunda olduklarından hem uygarlığın gereklerinin hem de daha az bir ölçüde de olsa uygarlığın üretken yöntemlerinin yayılmasına hizmet ediyorlardı. Ayrıca bu tüccarlar, yerel nüfusla kaçınılmaz olarak zaman zaman anlaşmazlığa düşüyor ve kendilerini korumak için ana yurtlarındaki yönetimleri yardıma çağırıyorlardı. Bu durum, uygarlığın yayılmasındaki üçüncü yolu; günümüzde *emperyalizmle* ilişkilendirdiğimiz siyasi ve askeri müdahaleler yolunu oluşturdu. Antik Mısır ve Mezopotamya egemenlerinin tuttukları kayıtlar altın dağlarına, fildişi bölgelerine ve inci adalarına yapılan cezalandırma ya da yağma amaçlı seferlerle doludur. Müdahaleler yalnızca askeri eylemlerle sınırlı değildi; yabancı kabileler veya aynı kabile içindeki rakip gruplar arasındaki çelişkilerin açığa çıkarılması ve bu çelişkilerden yararlanılması yoluyla da çok şey kazanılabilirdi. *Diplomasi* mesleği klasik uygarlıktan çok daha önce başlamış bulunuyordu.

İlk barbarlar

Seferler bazen yerleşim yerlerinin ana kentin denetimi altında fiili olarak genişlemesine yol açıyordu. Dur-gurgurri'deki (MÖ. 27. yy'da kurulmuş bir Sümer şehri) Babil'in madencilik yerleşimleri bu türden yerleşimlere örnektir. Ancak, bu tür *koloniler* [sömürgeler] daha çok Demir Devri'nin ileri dönemlerine özgüdür. Ortaya çıkan asıl sonuç, site imparatorluklarına karşı etkili bir muhalefetin oluş-

masıydı. Uygarlık merkezlerinin etrafındaki yüzlerce kilometrelik alanda yaşayan insanların oluşturduğu kurumlar, uygarlıkla kurdukları ilişkiler nedeniyle zamanla değişmeye başladı. Bu bölge *barbar* çeperin alanıydı. Barbarlar, kentlerin maddi kültürlerine ait, özellikle rahatlıkla taşıyabilecekleri ve alışkanlıklarını değiştirmelerini pek fazla gerektirmeyecek ürünleri edinebiliyorlardı. Bu ürünlerin başında silahlar gelmekteydi. Pahalı olmalarına karşın, daha zengin merkezlere yapılan baskınlarda masraflarını kat be kat karşılayabiliyorlardı.

Barbar kabilelerin kurumları da özel mülkiyetin ortaya çıkışı, savaşçının önem kazanması ve şeflerin yetkilerinin artmasıyla birlikte dönüşüme uğradı. Bu dönüşüm, en fazla, çoğunluğu göçebe olan, uygarlık tarafından özümsenemeyen fakat onları yapacak yetenekten yoksun olmaları nedeniyle süs eşyalarının yanı sıra alet ve silah gibi pek çok gereksinimden ötürü ona bağımlı bulunan çoban topluluklarının kültürlerini etkiledi. **2.1a** Barbarlarla site devletleri arasındaki ilişkiler değişken ve karmaşıktı. Güçlü imparatorluklar barbar kabileleri birbirine düşürüyor; birini diğerinin üzerine salarak onları köleleştiriyordu. Zayıf imparatorlukların temelleri ise barbar kölelerle askerlerin satın alınıp saf değiştirmeleriyle aşındırılıyordu. Bunlar sonunda çoğu kez tamamen yıkılıyor ve kent kültürünü kısa sürede benimseyen barbar hanedanlar tarafından yönetiliyordu.

Kölelik

Site devletleriyle barbarlar arasındaki ilişkilerin bir sonucu da köleliğin giderek önem kazanmasıydı. Olumsuz etkileri günümüze dek süregelen kölelik kurumunun ortaya çıkışı, nehir kültürlerinin başlangıcına kadar uzanır. Avcılık veya erken tarım günlerinde artı-ürün yok denecek kadar azdı. Çalışan bir kimse, kendi yaşamsal gereksinimlerini karşılamanın ötesinde pek bir şey elde edemiyordu. Kabileler arasındaki kavgalarda alınan esirler, şayet kurban edilmekten kurtulurlarsa, genellikle kabile üyesi yapılıyorlardı. Bu esirleri köleleştirmenin hiçbir anlamı yoktu.

Oysa uygar ülkelerde tarımla uğraşan bir kimse, geçimi için ge-

rekenden fazlasını üretebiliyordu. Bu durum insanların köle olarak alınıp kullanılmasını cazip hale getirdi. Diğer kentlere ya da daha kolay ve daha kârlı olması nedeniyle barbar yerleşimlere baskınlar yapıp köle edinilmesi çok geçmeden kabul gören bir pratik haline dönüştü.

Köle emeğine dayalı tarımın gelişimi tam anlamıyla Demir Devri'nde gerçekleşecekse de, kölelik Tunç Devri'nin başlangıcından itibaren uygarlık üzerinde olumsuz etkilerini göstermeye başladı. Köleleştirilmek üzere bağlanmış esirler, MÖ. 3000 yıllarına ait en eski Mısır kabartmalarında bile görülmektedir. 2.28 Mülksüz ve haktan yoksun kölelerin varlığının özgür işçilerin konumu üzerinde olumsuz bir etkide bulunması kaçınılmazdı. Kölelerle aynı işi yaptıklarından onların işleri de rezil ve bayağı bir iş olarak görülmeye başladı. Özgür işçilerin tekniği geliştirmek için çok az dürtüleri (itici nedenleri) ve olanakları vardı; köleler içinse bunun sözü bile edilemezdi. Egemen sınıflar hem işçileri hem de köleleri hor görüyorlardı. Sonuç olarak üst sınıfın bilimleri olan matematik, astronomi ve tıpta son derece başarılı olan bilimsel yaklaşım, iş kollarındaki sorunlardan ve orada bulunabilecek yanıtlardan tamamen koptu; uzun bir süre kimya sanatından ve tarımın yalın pratiğinden uzak kaldı.

Köleliğin siyasal yönden olumsuz etkileri ise çok daha hızlı ve büyük felaketlere yol açması oldu. Bir kent kölelere ne kadar çok bel bağlamışsa, kendi savunmasıyla o kadar az ilgilenebiliyordu. Nitekim kaçak kölelerden ya da sonradan paralı askerlerden oluşan barbarlar o kentin savaş tekniklerini kolaylıkla öğreniyor, onu yıkmak için bu bilgiden yararlanabiliyordu.

Çöküş

Batı'nın eski uygarlıkları, Çin uygarlıklarının tersine yıkılmalarından birkaç yüzyıl önce, yaklaşık olarak MÖ. 1600'den sonra, gelişmeye dönük değişim yeteneklerini bütünüyle yitirmişe benziyorlardı; giderek bir çöküşe doğru sürüklendiler. Uygar yaşamın iskeleti her ne kadar korunmakta idiyse de, sanat ve edebiyat basmakalıp bir biçime bürünmüş; din, hurafe olarak tanımlanabilecek giderek kar-

maşıklaşan bir ritüeller yığınının içine gömülüp kalmıştı. Çok şey yitip gitmesine ya da unutulmasına karşın yine de bazı bilimlerde, örneğin astronomik gözlemlerde, bulgular korunduğu gibi gelişme kaydedildiği de oluyordu. Buna karşın bazı bilim dalları yozlaşarak hurafelere dönüşmüştü; örneğin kurban edilen hayvanların ciğerleri dikkatle incelendiğinde, geleceğe dair kehanetlerde bulunabileceğine inanılıyordu. Bu, el falı ya da rüya tabiri gibi geleceği öngörmek için karanlık (muğlak) bir fenomenin sistemli olarak incelenmesi işlemlerinin ilk örneklerinden biridir yalnızca. Bunların pek çoğunu bugün bile ya ilk biçimleriyle ya da zar, kâğıt (iskambil) ve satranç gibi şans ve beceri oyunlarına dönüşmüş biçimleriyle görmekteyiz. Bunlar gözlemin kesinliğini ve sonuçların bir düzene bağlanmasını sağladıkları sürece deneysel bilim içinde kendilerine bir yer bulabilmişlerdir. Pusula gibi son derece önemli bir icat, muhtemelen Çinli bir yer falcısı (remil falcısı) tarafından geliştirilmiştir.

3.8. İLK UYGARLIĞIN MİRASI

Yine de ilk uygarlıklar ardıllarına, arkeolojik kazılarda elde edilen bulguların bize gösterdiğinden çok daha değerli ve büyük bir bilgi hazinesi bırakmış olmalılar. Bununla birlikte, arkeolog, birkaç yüzyıl geçtikten sonra yaşayan insanlarca bilinmeyen bir olayı günışığına çıkarabilir ve kuşkusuz o dönemde yaşayan insanlardan çok daha fazlasını bilir. Bilginin kaynağı unutulmuş olsa da bu bilginin işe yarar bölümlerinin çoğu farkına varılmaksızın özümsenmiş olabilir. Bilgi ve uygulama henüz canlı iken ağızdan ağıza aktarılarak ya da uygulayıcılar izlenerek öğrenilebiliyordu. Farklı toplumsal ve ekonomik yapıdaki yeni kültürler bilginin ancak belirli bir miktarını özümseyebiliyorlardı. Söz konusu çağların muazzam tarih, şiir ve edebiyat birikimleri, yazılı oldukları hiyerogliflerin ve çivi yazılarının unutulmasıyla büyük ölçüde yitip gitti. Tevrat'ta muhafaza edilmiş sınırlı bilgi bile o çağlarda ulaşılan düzeyi göstermeye yeter. Rahiplerin tekellerindeki bilimsel birikimler de aynı yazgıyı paylaşmış olsalar gerek. Teknik konusunda daha şanslıyız. Hem uygar yaşamın araç-gereçleri, hem de bu araçların yapımında kullanılan

aletler büyük ölçüde bugüne dek gelebildikleri gibi, günümüzde de kullanılmaya devam etmektedir.

Demir Devri'nin ve hatta Yunanlıların bilim ve tekniği büyük ölçüde, çoğunlukla farkına bile varılmaksızın, antik dünyadan elde edilmiştir. Gerçekten de, maddi ve dayanıklı nesnelerde somutlaşmış bulunan teknik konusunda bunun böyle olduğunu kesin bir dille söyleyebiliriz. Birçok buluş ya da düşünce, onu dile getirdiği bilinen ilk kişi olması nedeniyle bir Yunan filozofuna mal edilir. Oysa sonraki araştırmalar bunların kökeninin çoğu kez Mısır ya da Mezopotamya'ya kadar uzandığını göstermektedir; kaldı ki, arkeolojinin bugünkü yargılarını nihai (kesin) kabul etmemizi gerektirecek bir neden de bulunmamaktadır.

Eski uygarlığın mirasçısı olan Demir Devri insanlarının kendi elleriyle yıktıkları imparatorlukların büyüklüğünden ve ihtişamından kuşkuları yoktur: Bu çağların yaşam tarzının yansımalarını, kent yağmacılığı ve korsanlık hikâyelerini içeren *İlyada* ve *Odesa* destanlarında görebiliriz. Ozanlar kendi çetin yaşam koşulları ile yoksul kültürlerini eski kentlerin gücü, şatafatı, güzelliği ve hepsinden önemlisi de bu kentlerde hüküm süren barışla karşılaştırmışlardır. Onlar eskilerin bilgeliğine büyük bir saygı duyuyorlar, altın çağa hasretle bakıyorlardı.

4. Bölüm

DEMİR DEVRİ: KLASİK KÜLTÜR

Bu bölümde ele alacağımız dönem, insanlık tarihinin ve özellikle de bilim tarihinin en önemli dönemlerinden biridir. MÖ. ikinci bin yılın ortalarından itibaren -teknik, ekonomik ve siyasal- birtakım nedenler, nehir havzalarında yer alan birkaç küçük uygarlığın Asya'nın, Kuzey Afrika'nın ve Avrupa'nın tarıma elverişli başlıca bölgelerini kapsayan büyük bir uygarlığa dönüşmesini sağladı. Demir Devri uygarlığı geliştiği her yerde, yerini aldığı uygarlıklardan daha düzensiz ve daha az barışçıl olmakla birlikte daha esnek ve daha akılcıydı. Demir Devri, Tunç Devri'nin başında olduğu gibi döneme damgasını vuran muazzam teknik ilerlemelere yol açmış değildi; ama gerçekleştirdiği değişiklikler (gelişmeler) ucuz ve bol bir madene dayandığından, yalnızca coğrafi açıdan değil, toplumsal sınıflar arasında da çok daha yaygındı.

Bu bölümde öncelikle Akdeniz Bölgesi'ndeki Demir Devri'ni -Klasik Yunan ve Roma uygarlıklarını- ele alacağız. Bu, kısmen, söz konusu uygarlıkların aynı çağdaki Hint ve Çin kültürlerinden daha iyi bilinmesinden ileri geliyor. Daha geçerli ve bu kitabın amaçlarıyla daha uyumlu olan diğer bir neden ise, günümüzdeki evrensel bilimin doğrudan doğruya kaynağını oluşturan ilk soyut ve akılcı bilimin Akdeniz Bölgesi'nde doğmuş olmasıdır. Eski Mısır, Babil ve muhtemelen Hint uygarlıkları, yerlerine konacak başka bir şey olmadığından, bu kültürlerin gelişimleri durduktan sonra bile yüzyıllar boyunca varlıklarını sürdürdüler. Hatta barbarlar tarafından ele geçirildikten sonra bile, birkaç yıl içinde yeniden eski yaşam tarzına geri dönülmekteydi. Barbar hanedanlar, bir parça yoksullaştırmakla birlikte eski kültürleri özümsüyorlardı.

4.1. DEMİR DEVRİ KÜLTÜRLERİNİN KÖKENLERİ

Barbarlar, yerleşik tarımı oturtacak araçlardan yoksun oldukları sürece, büyük bölümü ormanlarla ve çorak bozkırlarla kaplı kendi topraklarında kalıcı devletler kuramadılar. MÖ. 2. bin yılın (milenyumun) sonraki yarısında bugün yeni yeni anlamaya başladığımız maddi ve toplumsal etkenlerin bir araya gelmesi sayesinde bu koşullara kavuştular. Bu etkenlerden biri özel mülkiyetin, şefliğin ve silah üretiminin öne çıktığı kentlerin sınıf ekonomisinin etkisiyle barbar klan toplulukl... n değişip dönüşmesiydi.

Demirin bulunmasının etkisi

Yeni bir madenin *-demirin-* bulunması bu eğilimler üzerinde çok güçlü, hatta belirleyici bir rol oynadı. Demirin yığın halinde (çok miktarda) ilk olarak nerede ve nasıl çıkarıldığı bugün için hâlâ bir sırdır. Kullanılan ilk demir, bakırda olduğu gibi, meteoritlerin [göktaşlarının] ısıtılıp dövülmesiyle elde edilmiştir; ancak bunlar o kadar enderdi ki demir kıymetli bir metal sayılıyordu. Eritme yoluyla cevherinden elde edilen ilk demir, muhtemelen altın yapımı sırasında ortaya çıkan bir yan üründü **2.18** ve bu yüzden olsa gerek, çok daha enderdi. İşe yarar miktarda demirin ilk kez efsanevi Chalybes [Kalib] kabilesi tarafından MÖ. 15. yüzyılda Kafkasya'nın güneyinde bir yerde, demir cevherinin eritilmesiyle elde edildiği sanılıyor. Ancak MÖ. 12. yüzyıla gelinceye kadar, başka hiçbir yerde ekonomik ve teknik bakımdan belirleyici olacak ölçüde kullanılmış değildir. Demirin alabildiğine yayılması ve işlenmesinin kolay oluşu Mısır ve Babil'deki eski nehir imparatorluklarının elinde bulunan uygarlık tekeline son verdi. Bu arada iki ayrı gelişme de süreci hızlandırmaktaydı: Eşekten çok daha güçlü olan vahşi atların evcilleştirildiği bozkırlardan gelen *atlıların* ortaya çıkışı ile kendisi de demir teknolojisinin bir yan ürünü olan gemi yapımı ve taşımacılığında görülen hızlı ilerlemeler.

Demir metalürjisi

Antik çağlarda, daha doğrusu MS. 14. yüzyıla kadar Avrupa'da kullanılan demir, elle körüklenen küçük bir fırında, kömürün sağ-

ladığı düşük ısılı redüksiyon [indirgeme] işlemi yoluyla elde edilmekteydi. Elde edilen süngerimsi ***ham demir***, eritilmemiş saf demir dövülerek görece yumuşak ***işlenmiş demir*** çubuklar ve çubuklardan da ***ısıtıp dövme*** ve ***kaynak*** yoluyla daha karmaşık şekiller meydana getiriliyordu. Demir yapım ve işleme tekniklerindeki ilk ilerlemeler, uzun ve zahmetli deneyimlerin meyvesi olsa gerek. Bu teknik, bakır için uygulanılan teknikten tamamen farklıydı. Demir metalürjisinin çok daha geç bir dönemde ortaya çıkmış olmasının nedeni büyük olasılıkla budur. Bununla birlikte, demir işlemeciliği bir kez öğrenildikten sonra en basit araç-gereçlerle yapılabiliyor, kolayca kavranıyor ve yaygınlaşıyordu. Odunun ve demir filizinin olduğu yerlerde -yani hemen her yerde- demir eritilebilir; yeter ki nasıl yapılacağı bir kez öğrenilsin.

İlk zamanlarda demirin bir maden olarak önemli bir dezavantajı vardı: Fırına yeteri kadar ısı verilemediğinde eritilmesi mümkün değildi. Bu yüzden henüz MÖ. 2. yüzyılda dökme demir yapılabilen Çin dışında, yalnızca tunç döküm işlemlerinde kullanılabiliyordu. Demir tuncun yerini alamadı; kamusal amaçlarla tuncun eksiklerini kapatmakla yetindi. Demir Devri'nde, Tunç Devri'ne oranla çok daha fazla tunç elde edildi ve işlendi. Süngerimsi bir hale getirilmiş tabakanın ısıtılıp dövülmesi ile elde edilen demir ya işlenmiş [dövme] demir ya da çok hafif bir çelikti; dayanıklı ama nispeten yumuşaktı. Daha sert gerçek çelikler de biliniyordu -ismini Chalybe'lerden alan kalib, ferrum acerrum, keskin demir ve acier-; fakat bunların üretim yöntemleri demirci kabileler arasında bir sır gibi saklanıyordu. Bilim dünyası bu sırrı Réaumun'un 1720'deki çalışmalarına dek öğrenemeyecekti. Sır, demirle birleştirecek daha fazla karbon bulmak ve ardından karışımı tavına getirip su vererek sertleştirmekten ibaretti. En iyi çelik, Hintliler tarafından yapılan wootz çeliğiydi. Ünlü kakmalı kılıçların yapımında kullanılıyor ve bu nedenle ihraç ediliyordu. İyi çelik o kadar ender ve öyle pahalıydı ki, bu çelik kılıçlar daha ileriki çağlardan bildiğimiz Arthur'un Excalibur'u ya da Siegfried'in Gram'ı gibi, sihirli sayılıyordu. Su verilmiş çelik, tunçtan çok daha nadide idi ve 18. yüzyıla gelinceye dek silah yapımı dışında teknikte önemli bir rol oynamayacaktı.

Demirin ortaya çıkışı, insanların topluluklar halinde göç etmeye başladıkları bir döneme rastlar. Doğu Avrupa'dan ya da Hazar Bölgesi'nden gelen barbar denebilecek kavimler, yaklaşık olarak MÖ. 17. yüzyıldan itibaren Doğu Akdeniz'e inmeye başlamışlardı. Hititler, İskitler, Persler ve Ari Hintliler de Asya'da benzer bir hareketlenme içindeydiler. Atlı ve denizci halkların bu muazzam hareket yetenekleri ve bolca yeni silaha sahip olmaları, eski imparatorlukların bu akınlara karşı etkili bir askeri direnişte bulunmalarını güçleştirdi. Bu askeri başarısızlıkların kendi beceriksiz ve açgözlü hükümdarlarından çok istilacılara sempati besleyen halkın, ordulara destek vermekten kaçınmasının sonucu olduğu da düşünülebilir. Üstelik Demir Devri'nin insanları bir yere bir kez yerleştiler mi, o zamana kadar hiç ürün vermeyen topraklarda bile zengin tarımsal ve ticari topluluklar kurabilecek yetenekte olduklarını kanıtlamışlardı. Sonuç olarak, her ne kadar kültürel, maddi ve manevi başarıları sonraki kuşaklara aktarılmış, hatta bazı başarılarının belgeleri korunmuş olsa da, ilk nehir-vadi uygarlıklarının politik ve ekonomik üstünlüğü, bundan böyle insanlığın kültürel gelişiminin odağında yer alamayacak ölçüde azaldı.

Tersine, ilerlemenin odağı antik uygarlıkların çeperine, yakınlardaki barbar yerleşim bölgelerine kaymaktaydı. Barbarlar, uygarlığın eski merkezlerini ele geçirmeyi başarmışlar, fakat kendi kültürlerini büyük ölçüde onların dışında geliştirmişlerdi. Ari Hintliler, Persler, Yunanlılar, ardından Makedonyalılar ve Romalılar eski Mısır ve Babil uygarlıklarının mirasına kondular. Çin'in konumu ise çok farklıydı: Bozkır, çöl ve dağlarla çevrili olduğundan onun sınırlarının ötesinde tarıma dayalı barbar devletler kurulması olasılığı zayıftı. Hiç durmadan birbiri ardına Çin'e doğru akan göçmen barbar toplulukların hepsi antik Çin kültürü tarafından özümsendi. Aslında bir Tunç Devri kültürü olan bu uygarlık, Demir Devri teknikleriyle köklü bir değişimden geçtiyse de günümüze dek sürekliliğini korudu.

Balta ve saban

Demir Devri'nin başında yaşanan yıkım ve savaşların bir bedeli oldu elbette. Eski kültürlerin yerini yenilerin alması süreklilikte be-

lirli kayıplar anlamına geliyordu; fakat aynı zamanda birikmiş kültürel artıkların süpürülüp atılması ve eskinin temellerinin üzerinde çok daha etkili yapıların inşa edilmesi olanağını da içeriyordu. Atlı savaşçılar ve gemiler dolusu korsan bu dönemin yıkıcılığını temsil ediyorlarsa, ellerinde baltalarıyla ormancılar ve demirden sabanlarıyla köylüler de bu yıkımı onaracak olan güçlerdi. Başlangıçta madenler esas olarak kent yaşamının lüks ürünleri ve doğuştan soylu küçük bir savaşçı *elit* tabakanın silahları için kullanılmaktaydı. Tunç, neolitik çağlardan beri pek az değişmiş olan taştan yapılma araç-gereçlere bel bağlayan sıradan halk için hep aşırı pahalı olagelmişti. Oysa demir, her ne kadar başlangıçta ve sonraki yüzyıllar boyunca tunca oranla değersiz sayılsa da çok geniş bir alana yayılmış olduğundan kolaylıkla elde edilip üretilebiliyor ve köydeki demirciler tarafından yerel bölgelerde işlenebiliyordu. **2.18** Demirin bolluğu yeni kıtaların tarıma açılmasını; ormanların kesilmesini, bataklıkların kurutulmasını ve açılan yeni alanların ekilip biçilmesini sağladı. Avrupa, sözcüğün gerçek anlamıyla kuş uçmaz kervan geçmez bir yerken, -Tunç Devri'nin sonlarına doğru büyük ölçüde tükenmiş olan altınları nedeniyle değil, sahip olduğu buğday tarlaları sayesinde- "taşı toprağı altın Batı" haline geldi. Nüfustaki hızlı artış, Batı ülkelerinin kuru tarımı [dry forming] ile Doğu'nun nehir kıyılarındaki sulamaya dayalı tarımı arasındaki güç dengesini değiştirdi.

Gemiler ve ticaret

Demir Devri'nin altüst olmuş dönemlerine özgü, insan düşüncesi ve özellikle bilim açısından paha biçilmez ölçüde önemli olan diğer bir özellik ise deniz yollarının kullanılmasıyla kültürün, eskiden karayolu aracılığıyla olduğundan çok daha hızlı bir biçimde yayılmasıydı. Daha da önemlisi, deniz taşımacılığı kara taşımacılığından çok daha ucuzdu. Demirden aletlerin kullanılmasının sağladığı kolaylıklar ve olanaklarla daha iyi, daha büyük ve daha çok sayıda gemi inşa edildi. Tunç Devri'nde Akdeniz'de gemi yapımında başı çekenler Giritlilerdi. Onların kurmuş oldukları deniz imparatorluğunun ilkin karada üslenmiş yarı Yunanlı Mikenler, ardından Balkanlar'da yaşa-

yan daha barbar Akalar ve Anadolu'daki [Küçük Asya'daki] akraba kabileler tarafından parçalanması, büyük bir korsanlık ve kent yağmacılığı döneminin başladığının işaretiydi. Ölümsüz Truva hikâyesi işte böylesi seferlerden birini anlatmaktadır. Korsanlık doğal olarak ticareti güçleştirmekle birlikte aynı zamanda daha da kârlı hale getirdi. Bu kazancın cazibesine kapılan veya daha etkili yerel savunmalar karşısında cayan eski korsanlar, giderek ticarete, coğrafi keşiflere ve sömürgeleştirme işine yöneldiler.

Demir Devri'nde ticaret yalnızca Thebes ya da Babil gibi bir düzine büyük kentin etrafında dönen bir uğraş olmaktan çıktı; Fenikeliler ve Yunanlılar gibi erken Demir Devri halkları tarafından Akdeniz ve Karadeniz kıyıları boyunca kurulan yüzlerce yeni kent arasında yürütülen ortak bir uğraş haline geldi. Demir Devri kültüründen yalnızca deniz kıyısındaki yerler tam anlamıyla yararlanabiliyordu. Demir Devri, denize uzak kalan iç bölgelerdeki ülkelere de gerek tarım gerek savaş sanatı bakımından büyük olanaklar sağlıyordu; fakat yığın halindeki ürünleri uzak bölgelere taşımak mümkün olmadığından bu ülkeler nehir taşımacılığından yararlanan Tunç Devri uygarlıkları kadar bile gelişme gösteremediler. Dolayısıyla yepyeni bir ürün ortaya koymaları beklenemezdi. Karada üslenmiş tipik bir erken demir devri halkı olan Asurlular daha çok askeri alandaki gaddarlıklarıyla nam salmışlardı. Bilime çok az katkıda bulunmuş olsalar da, geleceğin bilimi açısından paha biçilmez değerde olan astronomik gözlemler de içinde olmak üzere, eski Babil kültürünü birkaç yüzyıl boyunca koruyup yaşattılar. İlkin Persler, ardından da Romalılar tarafından yapılan karayolları ekonomik olmaktan çok idari ve askeri bakımdan önem taşıyordu. Yığınsal kara taşımacılığı, Ortaçağ'da dayanıklı koşum takımları geliştirilinceye dek ekonomik açıdan hesaplı hale gelmeyecekti. Ondan sonra bile, 18. yüzyılda elverişli karayolları yapılıncaya kadar, uzak mesafeler arası taşımacılık pek verimli olmadı. Oysa deniz ulaşımındaki kolaylık önce Akdeniz Bölgesi'ne ardından da Avrupa'ya, Asya ve Afrika karşısında belli bir üstünlük sağladı.

Nehir, kanal ve göllerden oluşan bir taşımacılık ağına sahip olan Çin'in birtakım avantajları bulunsa da, Tunç Devri'ne oranla çok az

değişen bürokratik yönetim biçimini muhafaza ettiğinden, Demir Devri'nin birçok ekonomik ve politik gelişmelerinden yoksun kaldı.

4.2. DEMİR DEVRİ KENTLERİ

Siyaset

Demir Devri, gelişiminin ilk evrelerinde, daha küçük ölçekli ekonomik birimlere dönüş anlamını taşıyordu. Erken Demir Devri kentlerinin nüfusu, yüz binleri barındıran Tunç Devri'nin kentlerinin aksine, birkaç bini geçmiyordu. MÖ. 5. yüzyıldan itibaren, köleliğin yayılmasıyla birlikte çok daha büyük kentlerin kurulması mümkün oldu. Atina'nın nüfusu, en kalabalık olduğu dönemde 320 bindi; bunlardan yalnızca 172 bini yurttaşlardan oluşuyordu. Roma'nın nüfusu ise gücünün doruğuna ulaştığında, neredeyse 1 milyonu bulmuştu. İlk kentler bir düzine kadar köyün bir araya gelmesiyle oluştu. **2.46** Ancak bu, neolitik koşullara dönüş anlamına gelmiyordu. Aksine, kent nüfusunun büyük çoğunluğu açısından hiç değilse Tunç Devri'nde olduğu kadar, hatta daha yüksek yaşam standartları mevcuttu. Demir Devri kentleri büyük ölçekli işlerin örgütlenmesi dışında, Tunç Devri kentlerinin tüm sanatlarını miras almışlardı. İlk Demir Devri kentleri sahip oldukları sınırlı alan içinde surların güçlendirilmesi, limanlar ve nadiren de su kemerleri inşa edilmesinden öteye gidemediler. Bunun yanı sıra, tarımı ve imalat işlerini muazzam ölçüde geliştiren bir madene sahiptiler ve artık kendi kendilerine yeterli olma zorunluluğundan kurtulmuşlardı: Hem gereksinimlerini karşılamak hem de lüks ürünler edinmek için ticarete bel bağlayabilirlerdi. Bütün bunları olanaklı kılan, üretim yöntemlerindeki gelişmeler sayesinde pazar için üretime geçilmiş olmasıydı. Demir Devri, *meta üretiminin* olağan hale geldiği, hatta ekonomik etkinliğin temelini oluşturduğu ilk evredir. Demir Devri'nin bir başka sosyo-ekonomik özelliği de kölelerin artık eskiden olduğu gibi yalnızca hizmet için değil, pazar için yapılan üretim etkinliğinde de bir araç olarak kullanılmasıdır. Köleler daha çok tarım ve madencilikte çalıştırılmakla birlikte, sonraları imalat alanında da kullanılmaya başlandı. Kölelik, ileride de göreceğimiz gibi sürekli önem kaza-

narak sonunda emeğin en baskın biçimi haline geldi. Bu olgu, bütün bir kültürün parçalanmasına ve böylece kölelerle birlikte özgür fakat yoksul kimselerin de sıradan serflere dönüşmesine neden olan başlıca etkenlerden biriydi.

Demir Devri kenti, neredeyse ilk ortaya çıkışından itibaren imalatçı ile tüccarın hammaddelerini ve hatta işgücünü, yani kölelerini satın alabileceği ve karşılığında ürününü satabileceği bir üretim ve ticaret merkezi haline geldi.

Bu üstünlüklerine karşın her an savaş tehlikesiyle burun burunaydı. Yeni kültür savaş sırasında -sürekli bir çekişme ortamında kentler yağma edilirken- doğdu. Bu alışkanlıklardan vazgeçilmesi zordu; kentler Atina'nın eski yüksek kenti Akropolis'te olduğu gibi son derece kullanışlı bir biçimde yüksek tepelerin ya da Tire'de olduğu gibi adaların üzerine kuruldu. Tüm yurttaşlar ister istemez asker olmak zorunda kaldılar. Tüm bunlara karşın küçük demir-devri kentleri eski nehir-vadi kentlerinden daha sade ve daha özgürdüler. Bu kentler önceden belirlenmiş bir hiyerarşi içinde yer almak yerine, ortak çıkarların gözetildiği bir biçimde örgütlenmek zorunda olan yurttaşlarına çok daha geniş bir hareket alanı sağlıyordu. Böylece, demir-devri kenti *politikanın* doğuşuna yol açtı ve kentlerdeki sınıflar arasındaki politik mücadelelerden, birbiri ardı sıra gelen *oligarşi, tiranlık* [despotizm] ve *demokrasi* gibi yönetim biçimleri yarattı.

Para ve borç

Demir Devri uygarlığının hem yayılmasına hem de iç istikrarsızlığa sürüklenmesine neden olan büyük toplumsal buluşlardan biri de madeni *paranın* kullanılmaya başlanmasıydı. Madeni para ilkin Lidya'da damgalı altın ve gümüş külçeler halinde basıldı. Ardından, MÖ. 7. yüzyıldan sonra sikke biçimini aldı. Eski imparatorluklarda maden, ağırlığı temel alınarak dolaşımda kullanılmaktaydı. Ne var ki bu, istisnai bir durum olup genel kural takas ve ayni ödemeydi. Kısa sürede diğer bütün değerlerin ölçüsü haline gelen para, yerleşik toplumsal ilişkilerin tümünü satma ve satın alma ilişkisine dönüştürdü. Tam da genel ve anonim bir niteliğe sahip olduğundan, para

onlara hiçbir yükümlülük getirmeyen haklar vermek suretiyle iktidarın zenginler elinde yoğunlaşmasını sağladı. Aynı zamanda, sahip olunan zenginliğin eşit olarak bölüştürüldüğü eski kabile paylaşımının yerini alarak yoksulları her türlü güvenceden mahrum bıraktı. Yoksullar için paranın varlığı daima olumsuz bir anlam taşıdı; çünkü sürekli *borç* içinde yaşamaktaydılar. Aslında, yoksulların çektiği acılar uygarlık kadar eskidir. Yine de, eski uygarlıklardaki yoksullukla onun Demir Devri'nde aldığı biçim arasında köklü farklılıklar bulunuyordu. Eskiden çekilen acılar kısmi ve daha hafifti. Ekonomi doğrudan doğruya bir kabile toplumundan doğmuştu ve gelenek keyfi eylemlerde bulunulmasını önlüyordu. Çiftçinin pek çok görevi bulunuyordu, ama hakları da vardı. O toprağa aitse, toprak da ona aitti. Yaptığı ödemeler ayni idi; ticari işlemler ile borçlar büyük ölçüde kent nüfusu ile sınırlıydı. Demir Devri'nde ise klan ekonomisinden para ekonomisine ani bir geçiş yaşandı. Çok eskilere dayanan örf ve âdetler birkaç kuşak içinde tamamen yok oldu ve paranın egemenliği bütün hakları hiçe sayabildi.

Öte yandan çiftçi potansiyel olarak daha bağımsızdı. İçinde yaşadığı koşulları katlanılmaz bulursa yeni bir koloni oluşturmak üzere başka bir gruba katılabilirdi. Durumun çekilmez olduğunu düşünen insanların sayısı yeterince fazlaysa şayet, isyan edebilirlerdi ve ediyorlardı da. Demirin yaygın bir biçimde kullanılması ve tüm yurttaşların askeri eğitimden geçmiş olması nedeniyle bu isyanlar genellikle başarılı oluyordu. İsyanlardan duydukları korku oligarkları ve tiranları dizginlemekteydi.

Bununla birlikte Demir Devri'nin başından itibaren, para gücünün baskısı ile bu baskıdan kurtulmak için yapılan reform veya devrimlerin sık ama ister istemez geçici olan başarıları, kent tarihinin arka planındaki ana tema olarak göze çarpar. Klasik Çağ'ın sonlarına doğru Helen ve Roma imparatorluklarında paranın iktidarı mutlak bir zafer kazanmış gibiydi; fakat bu zafer öylesine yaygın bir sefalete ve umutsuzluğa yol açmıştı ki, sonunda bütün bir sistem yıkıldı ve paranın başlangıçta yalnızca küçük [önemsiz] bir rol oynadığı daha basit bir feodal ekonomiye dönüldü.

Alfabe ve edebiyat

Bilimin kökenleri açısından Demir Devri'nde ortaya çıkan önemli bir gelişme de antik imparatorluklara özgü ayrıntılı yazı sistemlerinin -hiyeroglif ile çivi yazısının- sadeleştirilerek basit Fenike *alfabesine* dönüştürülmesi ve böylece *okuryazarlığın* da tıpkı demir gibi ucuz ve yaygın hale gelmesiydi. **2.48** Alfabe, farklı dilleri konuşan ama aynı işlerle uğraşmak zorunda olan insanlar arasındaki ticari ilişkiler dolayısıyla ortaya çıktı. Alfabenin sembolleri sesler üzerine kurulduğundan, tüm dillere uyarlanabilirdi. Bunun yanı sıra eski devirlerde yalnızca rahiplere ve memurlara özgü olan iletişim dünyasının kapılarını çok daha geniş bir çevreye açmış oldu. Yazı, yalnızca resmi ve ticari belgelerle sınırlı bir işlem olmaktan çıktı ve bir şiir, tarih ve felsefe *literatürü* (edebiyat) doğdu. Elbette şiir ve öykü anlatım sanatı, *eski destanlar* [*Epikler* ve *Sagalar*] biçiminde alfabetik, hatta hiyeroglif yazıdan çok daha önce vardı ve ozanlarla profesyonel öykü anlatıcıları tarafından kuşaktan kuşağa aktarılmaktaydı. Edebiyat, biçimi yani yazılı olması nedeniyle yalnızca alfabe sayesinde okuryazarlığın kolaylaştığı ve yaygınlaştığı yerlerde serpilip gelişebilir. Hiyeroglif edebiyatının yanı sıra Çin edebiyatı da, ne kadar enfes olurlarsa olsunlar asla yaygınlaşamadılar.

4.3. FENİKELİLER VE İBRANİLER

Demir Devri uygarlığının sunduğu yeni alanlardan ilk yararlananlar, Suriye kıyılarında yaşayan Fenikelilerdi. Geçmişin büyük güçleri Mısır ile Asur'un arasında merkezi bir konumda bulunmaları ve Lübnan'dan gemi inşasında kullanılmak üzere sağlam ve dayanıklı kereste sağlayabilme olanağı onlara yardımcı oldu. Deniz taşımacılığından yararlanarak ve kendi buluşları olan alfabeyi gittikleri her yere beraberinde götürüp oralarda halka tanıtarak ticarete yön verdiler. Ne var ki, Kartaca ve Kadiz gibi en uzak kolonilerde [sömürgelerde] bile eski Babil uygarlıklarından devraldıkları kültüre o kadar bağlı kaldılar ki, pek fazla yenilik yaratmadan onu yeni koşullara uyarlamakla yetindiler. Bununla birlikte, Fenikelilerin gerçekleştirdikleri yenilikler Romalılar tarafından yok edilmiş veya el konulmuş da olabilir.

Fenikelilerle yakın bir ilişki içinde bulunan ve Mısır-Babil karışımı bir kültürü onlarla paylaşan Yahudiler, uygarlık tarihinde çok farklı bir rol oynayacaklardı. Birbirleriyle sürekli savaş halinde olan Mısırlıların, Hititlerin, Filistinlilerin ve Asurluların, daha sonraları da Perslerin ve Yunanlıların tam ortalarında yaşamaları ve denizaşırı ticaret için gerekli olanaklardan yoksun bulunmaları bağımsızlıklarını sürekli tehlike altında bıraktı. Sonunda, ancak kültürel bir geleneğin ya da bir kitapta -Eski Ahit'te (Tevrat'ta)- yazılı olan yasaların evrimi ile ulusal varlıklarını koruyabildiler. Görece yoksul bir ülkede yaşayan küçük bir halk olduklarından, her ne kadar aralıksız ve yılmadan gayret göstermeleri gerekse de, yerli kralların ve oligarkların egemenliğinden kurtulmayı bildiler. İşte bu nedenlerle bağımsızlık, özgürlük ve demokrasi dinlerinin ayrılmaz unsurları haline geldi. Yahudiler bu bakımdan antik dünyada tektiler. Dinlerinin ve kutsal kitaplarının uygarlığın sonraki gelişiminde son derece önemli etkileri olacaktı.

Tevrat: Yasa ve doğruluk

İbranilerin kutsal kitabı Tevrat ya da bizim kullandığımız adıyla Eski Ahit, antik tarihçe ve efsanelerin bir derlemesi olmanın çok daha ötesinde, geçmişi anlamamız açısından paha biçilmez bir kaynaktır. İlk olarak MÖ. 5. yüzyıl dolaylarında yazılmış ve dini ve ulusal bir birleşme noktası olarak günümüze dek korunmuştur. Tevrat, şiir diliyle yazılmış propagandalarla dolu bir ahlak kitabıdır. Propaganda, yazı kadar eskidir; fakat o güne dek hep büyük ve kudretli kişilerin, kralların ve rahiplerin propagandası yapılmıştı. Tevrat'ın propagandası ise farklıdır; özünde halka aittir ve *yasa* ile *doğruluğun* önemini vurgulayan görüşleri içerir. Eşsiz niteliği tek başına bu görüşlerden birinden değil -ki gerek yasa, gerekse doğruluk üzerine görüşler diğer kültürlerde de bulunmaktadır- bu ikisinin birleşiminden ileri gelmektedir. Tevrat'ta gördüğümüz doğruluk, günümüzde de olduğu gibi baskı yöntemlerini benimsemiş zengin ve güçlü kimselerin sömürülerine ve zorbalıklarına karşı yükselen bir protestodur. Bu kimseler, yasa adına ve gerektiğinde halkın zoruyla da desteklenen

bir sözleşmeyle [ahitle] dizginlenebilirdi. Yahudiler, bir düşünce uğruna savaştığını bildiğimiz ilk insan topluluğudur; antik dünyada da bağnazlık ve savaşçılıklarıyla tanınıyorlardı. Tevrat'taki Yahudi tarihi, tanrı adına halkın haklarının savunulmasının örneklerinden biridir. Bu yönüyle, Hıristiyanlıkta doğrudan doğruya, İslam'da Kur'an aracılığıyla dolaylı olarak devrimci halk hareketleri için daima esin ve haklılık kaynağı olmuştur.

Tekvin [yaradılış]

Bununla birlikte Tevrat'ın nitelik bakımından Yahudiliğe son derece uzak olan bir başka özelliği, bilimi en çok etkileyen yönü olmuştur. Kutsal Kitap'ın ilk bölümleri Babil, hatta daha önceki Sümer yaradılış öykülerinin uyarlamalarından oluşmaktadır. Dünyanın ve insanlığın kökenini açıklama niteliğindeki bu öyküler, henüz uygarlığın şafağı olan MÖ. 3000 yılları için övgüye değer olağanüstü başarılardır. İlk İbrani kabileleri tarafından benimsenmelerinin ardından bu mitler Tanrı ile onun kulları (halkı) arasındaki Ahit'in [sözleşmenin] temelini oluşturmuş, böylece hem incelemeye hem de eleştiriye kapalı tutulmuşlardır. Sonraları da Yahudilerin kutsal kitabında yer aldıklarından, bu mitler bize yalnızca iman yoluyla benimsenmeleri gereken hakikati bildiren ilahi sözler [vahiyler] biçiminde aktarılmıştır.

Yahudilerin inancı halkın duygularına sağlam bir biçimde dayanmış olduğundan, hem ilk ortaya çıktığı haliyle hem de büyük ölçüde kendisinden türemiş olan Hıristiyanlık içinde, klasik uygarlığın yıkılışı sırasında ayakta kalmayı başardı. Böylece, halk tarafından küçük bir azınlık oluşturan üst sınıfların egemenliğini haklı göstermek için geliştirildiği hissedilen ve gerçekten de öyle olan, Yunan filozoflarının belki daha mantıklı ama hiç de daha bilimsel olmayan kurgularına oranla zor günlerin baskılarına daha iyi direnebildi. **2.42a** Eski uygarlıkların yıkıntıları üzerinde yükselen yeni uygarlıklarda din, başlıca örgütleyici ilkeydi. Dolayısıyla, gerek İncil gerekse Kur'an iman ve itikat alanında olduğu kadar bilimi ilgilendiren konularda da mutlak bir otorite konumuna geldi. Bu tarihçenin ilerleyen bö-

lümlerinde insan düşüncesinin, ilk insanların mitlerinin bu fosilleşmiş kalıntılarından kurtulmakta ne denli güçlük çektiği ve yine de tam olarak kurtulmayı başaramadığı görülecektir.

4.4. YUNANLILAR

Demir Devri'nin sağladığı olanaklardan en iyi şekilde yararlananlar Yunanlılar oldu. Yunanlılar, eski uygarlıkların tutucu etkisinden uzak olmak, fakat aynı zamanda bu uygarlıkların geleneklerinden alabildiğine yararlanabilmek gibi iki önemli avantaja sahiplerdi. Ayrıca kültürlerinin ilk oluşum döneminde, eski imparatorlukların kültür yönünden çok daha zayıf ama askeri bakımdan güçlü ardıllarından –Medlerin ve Perslerin kara kuvvetlerinden– yoksul olmaları, uzakta bulunmaları ve deniz kuvvetleri sayesinde korunabilmişlerdi.

Tarih ile bilimin o bilinçli ve kesintisiz bağının (akışının) bize Yunanlılar tarafından aktarılmış olması bir rastlantıdır elbette; ama yalnızca bir dereceye kadar rastlantı. Yüzyıllar boyunca süren yıkıcı savaşların ve göreceli ihmalin ardından Mısır'daki ve Babil'deki eski imparatorluklardan geriye bilim adına ne kalmışsa hepsine çoğu kez bilinçsizce ve adlarını anmadan el koyanlar yalnızca Yunanlılar oldu. Ama bununla yetinmediler. Aldıkları bilgiyi kendi acil gereksinimleri doğrultusunda büyük bir ustalıkla daha basit, daha soyut ve daha akılcı bir biçime soktular. Yunanlılardan bu yana bilgi akışı asla kesintiye uğramadı. Bu bilgi zaman zaman yitirilir gibi olduysa da gerektiğinde yeniden bulunabildi. Eski uygarlıkların bilgi birikimi bizi ancak Yunanlılar aracılığıyla etkiledi. Eski Mısır ve Babil uygarlıklarının doğrudan doğruya kendi yazılarından öğrendiğimiz düşünsel kazanımlarına o kadar geç ulaştık ki, bunların artık bizim uygarlığımızı etkileme olanağı kalmamıştı.

Klasik kültür

MÖ. 12. ve 6. yüzyıllar arasında Yunan topraklarında eldeki bilgi hazinesini büyük ölçüde özümsemiş ve kendisi de bu hazineye büyük katkılarda bulunmuş birleşik bir kültür inşa edildi. Bugün *klasik*

kültür olarak adlandırdığımız bu uygarlık, İskenderiye ve Roma kültürleri tarafından geliştirilmiş olsa da ciddi bir değişikliğe uğramadı ve günümüzün modern dünya kültürünün köşe taşı olarak kaldı. Klasik kültür bireşimsel [sentetik] bir kültürdü; işgal ettiği ya da ilişkiye geçtiği ülkelerde bulduğu her kültür unsurundan yararlanmayı bildi. Ancak, bu kültürlerin basit bir uzantısından ibaret değildi. Zaman zaman kültürel olarak adlandırılan bu özelliklerden hiçbiri klasik kültürün ayırt edici özelliği değildir. Ondan önce de, sonra da sanatta ve edebiyatta öne çıkmış uygarlıklar kuruldu. Klasik dönemin en önemli katkıları başta demokrasi olmak üzere politika alanında, doğa bilimlerinde, özellikle matematik ve astronomide görüldü.

Soyut bilimin doğuşu

Yunan düşüncesinin ve eyleminin eşsiz niteliği, bugün bizim bilimsel bakış açısı olarak adlandırdığımız yaşam tarzında yatar. Bunu derken yalnızca bilimsel bilgi ve uygulamaları değil, olgulara dayanması ve doğruluğunun kanıtlanabilir olması nedeniyle duygusal ve geleneksel açıklamalardan kendini ayırabilme yeteneğini de kast ediyorum. Bu özgün bakış açısını iki yönden ayırt edebiliriz: Akılcılık ve gerçekçilik yönünden; diğer bir deyişle mantık yürütme yoluyla bir yargıya varma ve ortak deneyime başvurma.

Yunanlıların bunu başarabilmelerinde kısmen de olsa kültürlerinin biçimlendiği tarihsel koşulların etkisi oldu. Yunanlılar ne bir uygarlık yarattılar ne de başka bir uygarlığın mirasına kondular; yalnızca uygarlığı keşfettiler. Bununla elde ettikleri olağanüstü avantaj şuydu: Onlar için uygarlık yeni ve heyecan vericiydi; hiçbir şey asla sorgulanmadan kabul edilmemeliydi. Kara Yunanlılarının asıl [orijinal] kültürleri, basit Avrupa köylü kültüründen öte bir şey değildi. Klasik kültürün büyük bölümünün kaynağını oluşturan Girit'in ve Anadolu'nun olağanüstü zengin ve gizemli kültürleri göz önüne alındığında, Yunanlıların girdikleri ülkelerin kendilerininkinden çok daha gelişkin bu kültürleri karşısında dayanabilmelerinin imkânsız olduğu görülür. "İssos" ve "intas" ile biten sözcükler Girit kökenli olsalar gerek; bunlardan bazıları örneğin Narcissus [Nergis] ve

Hyacinth (Sümbül) bize kadar ulaşmıştır. Uygarlığın ilk merkezleri olan Mezopotamya'nın ve Mısır'ın Yunanlılar üzerindeki etkisi, kendisini çok sonra gösterecekti.

Yunanlılar, kendi kültürlerini yitirirken diğer ülkelerin kültürlerini de bütünüyle almadılar, alamazlardı da. Yaptıkları, yabancı kültürlerden öğrendiklerini, kendilerince önemli gördüklerini ve işlerine geleni almaktan ibaretti. Bu, pratikte her yararlı tekniğin benimsenmesi ve esas olarak evrenin işleyişine dair görüşlerin alınması anlamına gelirken, diğer taraftan bu görüşlerin üzerine inşa edilen önceki çağlara ve Demir Devri'nin istilaların hüküm sürdüğü çöküş dönemine özgü teolojinin son derece karmaşık açıklamaları ile hurafeleri reddediliyordu. Yunanlı ozanların ilki ve en büyüğü olan Homer, Yunanlıların içine girdikleri dünyanın ölümsüz tablosunu çizdi. *İlyada*'da ve *Odessa*'da bölgeye yeni gelmiş Helen klanlarının basit köylü yaşamıyla, bunların keşfedip yok ettikleri köklü uygarlıkların renkli ve zengin yaşamları arasındaki karşıtlığı tüm çıplaklığıyla görmekteyiz. Homer'in şiirleri Yunanlılar için tanrılar ile insanlar arasındaki ilişkiye dair inancın ortak temelinin konduğu, savaş ve barış sanatının anlatıldığı bir Kutsal Kitap olarak kaldı. Dahası bu şiirler, ortalama bir insanın bilmesi gereken bilimi fazlasıyla içeriyordu.

Yunan kentinin ekonomik temeli

Yunan kültürü, Batı'daki Demir Devri kültürlerinin çoğu gibi nehir-sulamalı tarıma dayalı kültürlerden öylesine farklı bir ekonomik temele dayanıyordu ki, bu kültürlerin yaşam tarzlarının özümsenmesi doğası gereği olanaksızdı. Bu ekonominin temelinde bağlar, zeytinlikler ve balıkçılıkla desteklenen kuru tarıma dayalı küçük köylü işletmeleri yer alıyordu. İlk Yunan döneminin ozanlarından Hesiod şiirlerinde bu yaşamın ne denli acımasız olduğunu dile getirir. Ozanımızın babasının Bocatia yöresindeki Ascra'da bulunan toprakları, "kışın soğuk, yazın sıcaktır; hiçbir zaman işe yaramaz". Bununla birlikte, borçlanmanın yol açtığı dönemsel krizler sıkça görülse de Demir Devri ekonomisi, kölelik, büyük ölçekli üretime sokuluncaya

kadar temelde istikrarlı bir ekonomi sayılırdı. Bu ekonomi, yaygın bir dış ticaretle destekleniyor ve dengeleniyordu. Dış ticaret ise eski uygarlıklarda olduğu gibi esas olarak tapınaklar ve saraylar için gerekli lüks maddelere değil, sıradan yurttaşların gereksinimlerini karşılayacak büyük yığınlar halindeki (toptan) metalara dayanıyordu.

En tipik Yunan site devletlerinden olan Attika, tahıl üretimi yönünden öylesine yoksul ki, Atina'nın 300.000'i aşan o muazzam nüfusunu doyuracak tahılı satın alabilmek için kendi ürettiği çanak, çömlek, zeytinyağı ve gümüşü ihraç etmek zorundaydı. İlk Yunanlıların kendi yerel kaynaklarından yararlanabilmeleri, ancak küçük bir kentte olabilecek yoğunluk ve sadelikle mümkündü. Bu koşullarda ani ve hatta kanlı ekonomik ve siyasal değişiklikler oluyor; gelenek ise hiçbir zaman tam olarak yitip gitmese de giderek gözden düşüyordu. Daha girişken yurttaşlar ne yapacaklarını düşünüp bunu gerçekleştirecek yeteneğe ve dürtüye sahiptiler. Başarılı olmaları durumunda toplumdaki konumlarını yükseltebiliyorlardı; onları durdurabilecek ne klan ne de devlet tarafından konulmuş engeller vardı. Kurumlarla birlikte tanrılar da giderek önemini yitiriyor, tüm dikkatler insan üzerinde toplanıyordu.

Sanat ve diyalektik

İnsanın resimde, heykelde, tiyatroda ve bilimde gerçekçi bir biçimde betimlenmesi Yunan uygarlığının yeni, kendine özgü niteliğidir. Heykellerde ve vazo üzerine çizilen resimlerde -büyük fresklerin tamamı kırılıp yok edilmiştir- gördüğümüz kadarıyla, Yunan sanatı çıplak insan bedeni üzerine yoğunlaşmıştır. Böylesine alışık olmasaydık bu bize tuhaf görünebilirdi. Bu ilgi, esas olarak ritüeller sırasında düzenlenen oyunlardan ve yine bu oyunlardan kaynaklanan atlet kültünden türemiştir. Mısır heykelleri doğrudan doğruya büyü amaçlıydılar: Ölen kimsenin ruhunu (Ka) yeni bir bedende somutlaştırmaları gerektiğinden, işe yaramaları için canlı gibi görünmek zorundaydılar. Yunanlı heykeltıraş ise sanatında daha incelikliydi. İnsan bedenini kusursuzca ortaya koyma hedefiyle bir ideal sunmaya çalışıyordu. Yunan kültüründe atlet, sanatçı ve doktor birbirleriy-

le yakın ilişki içinde çalışıyorlardı. Bunun sonuçlarından biri de, tıp mesleğinin hastalıktan çok sağlıkla ilgilenmesi oldu.

Sanattaki gerçekçilik söylemdeki akılcılıkla atbaşı gidiyordu. Eski kabuller giderek terk edildiğinden her bir olgu kendi niteliklerine göre değerlendirilmek zorundaydı. Yunan felsefesi ile Yunan biliminin tarihi -bu ikisi o dönemde asla birbirinden ayrı ele alınmazdı- birbiri ardı sıra gelen böylesi bir dizi tartışmanın tarihidir. Yunanlılar bu üretken tartışmalara *diyalektik* adını verdiler. Yunan yaşamının siyasal özellikleri de tartışma ortamının yaratılmasına ve kapsamının geniş olmasına olanak tanıdı. Küçük site devleti, ortalama *birey* halindeki yurttaşa büyük imparatorluk başkentlerinin sunduğundan çok daha geniş ufuk ve olanaklar sağlıyordu. Ayrıca, başlangıçta herkesin kendi kendisinin avukatlığını yaptığı, yargıçların kura ile seçildiği ticari anlaşma ve davaların öne çıktığı kentin yoğun siyasal (politik) yaşamı en üst düzeyli tartışmaları hem olanaklı hem de zorunlu kıldı. Sözcükleri ustaca kullanmayı gerektiren bu koşullar büyük bir edebiyatın ve konuşma sanatının [belagat/retorik] doğmasına neden oldu. Ancak bunun, düşünceyi [somut] varlıkların ele alınıp incelenmesi işinden uzaklaştırmak gibi bir sakıncası da vardı.

Bilimin teknikten ayrılması

Yunan bilimi, ilk uygarlıkların biliminden tamamen farklı bir karaktere sahipti. Onlardan çok daha akılcı ve *soyut* olmasının yanı sıra teknik değerlendirmelerden de bir o kadar hatta daha da fazla uzak kaldı. Yunan biliminin geleneksel sunumu, Mısırlıların ve Mezopotamyalıların belgelerinde gördüğümüz gibi belirli yönetsel ya da teknik sorunlardan alınan örneklerle değil, genel ilkelere dayalı bir akıl yürütme [muhakeme] biçiminde yapılıyordu. Yunanlıların en fazla saygı duydukları alan matematik, özellikle de geometriydi. Onların bu alanda kullandıkları tümdengelim ve kanıtlama yöntemlerini bugün bizler de aynen kullanmaktayız. Sahip oldukları muazzam saygınlık nedeniyle bu yöntemlerin doğanın ancak çok sınırlı, dahası üzerinde gözlem ve deneylerden oluşan yorucu bir ön çalışmanın yapılmış olduğu bir bölümüne uygulanabileceklerini gözden

kaçırırız. Evrenin akılcı olduğu ve bu evrenle ilgili ayrıntıların temel ilkelerden saf mantık yoluyla çıkarsanabileceği inancı, Yunan biliminin ilk çağlarında insanları hurafelerden kurtarmakta kuşkusuz çok yararlı oldu. Ne var ki daha sonraları Aristo, bilimsel araştırmalara önayak olmak yerine -kendisinin istediği buydu- mutlak bir otorite olarak kabul edilmeye başlanınca, bu soyut ve *a priori* [önsel] yaklaşımın bilim için bir felaket olduğu görülecekti. Bu yaklaşım yüzyıllar boyunca aydınları henüz incelemeye bile başlamadıkları sorunları çözdükleri inancına götürdü.

Demir Devri'nin başlarındaki, özellikle de İskender döneminden önce Yunanlılar tarafından gerçekleştirilen teknik ilerlemeler etkileri bakımından önem taşısalar da, Tunç Devri'ndekiler kadar köklü yenilikler değillerdi. Demirin kullanılmaya başlanması balta ve çekiç gibi bütün saplı aletlerin gelişmesini doğrudan sağladığı gibi, Tunç Devri'nde çok pahalıya mal olduğundan kullanılmasının bir yarar getirmeyeceği *bel* gibi aletlerin kullanımını da yaygınlaştırdı. Ayrıca, *mafsal* yapılmasını olanaklı kılarak muhtemelen maşa, kerpeten ve pergel gibi önemli yeni aletlerin geliştirilmesine yol açtı. Bütün bu gelişmeleri olanaklı kılan, demir çubukların kıvrılıp uçlarının kaynakla tutturularak içinden bir sapın ya da pimin geçebileceği halkaların artık kolayca yapılıyor oluşuydu. Bununla birlikte Demir Devri'nde görülen devrimci teknik ilerlemenin temel nedeni, aletlerin geliştirilmesinden çok bu aletlerin artık kolayca temin edilebilmesiydi. En önemli gelişmeler daha geç bir dönemde, Yunan matematiği ile Mısırlıların ve Suriyelilerin tekniklerinin birleşmesi sonucunda ortaya çıktı. Böylece, ileride göreceğimiz gibi dairesel devinimle çalışan değirmen, cendere, palanga ve çıkrığın yanı sıra hava basınçlı ve hidrolik [sıvı-su-basınçlı] araçların, su kaldıraçları ile pompaların da yapılması mümkün oldu.

Kimyasal buluşların en önemlisi, ilk kez Mısır'da yapılan fakat uzun süre bir lüks eşya olarak kalan üfleme camdı [blowing glass]. Bunların ve başka pek çok buluşun sonucunda klasik çağda teknik, özellikle de metal-kullanım teknikleri MÖ. 6. yüzyıla gelindiğinde, Tunç Devri tekniklerinin en görkemli günlerinde ulaştığı düzeyi aşmış bulunuyordu. Donanımlı Yunan askerlerinin birkaç yıl içinde

kendilerinden sayıca çok daha kalabalık Asyalı orduları bozguna uğratabilmelerinin nedenlerinden biri de budur.

Ne var ki, Demir Devri'ndeki teknik ilerlemeler Tunç Devri'nin ilk dönemlerinde olduğunun tersine bilginleri pek fazla etkilemedi. Bu, kısmen ortaya çıkan değişikliklerin hayal gücünü zorlayan köklü yeniliklerden çok, olağan ilerlemeler niteliğinde olmasından ileri geliyordu. Üstelik bu gelişmeler, yeni yardımcı bilimsel tekniklere de pek ihtiyaç doğurmuyordu. Aritmetik ve geometri ortaya çıkan sorunların üstesinden gelmeye yetiyordu. Ancak en önemli neden zanaatkârların hâlâ hor görülüyor olmalarıydı. Kol işçisinin, Yunanca söyleyişiyle *chier ourgos*'un (İngiltere'de cerrahlara hâlâ Dr. değil Mr. denilmektedir) kafa işçisine yani düşünüre göre çok aşağı bir konumda olduğu kabul ediliyordu. Elbette yeni bir görüş değildi bu; eski uygarlıklardan devralınmış, fakat özellikle kölecilikle birlikte anılan geç Yunan toplumunda daha da pekiştirilmişti. Her ne kadar zanaatçılığın gerektirdiği işlerin büyük bir bölümü özgür insanlarca yerine getiriliyor olsa da, bu insanların kölelerle rekabet içinde oluşu onları aşağı bir konuma itiyor, yaptıkları iş bayağı ve kölece görülüyordu.

Köleci toplum, aynı şekilde kadının ekonomik ve toplumsal konumunu da alçalttı. Gerçekten de Yunan yurttaşlarının karılarının ve kızlarının konumu, eski uygarlıklarda olduğundan çok daha aşağıdaydı. Kadınların kamusal yaşama katılmaları engellendiği gibi, durumları ev kölelerinin durumundan neredeyse farksızdı. Sonuçta, bugün olduğundan çok daha fazla sanat içeren dokuma, örgü ve basit ilaçların hazırlanması gibi her türlü ev işi, filozofun kendisine yakıştıramayacağı aşağılık işlerden sayılıyordu. Filozoflar, doğanın nasıl işlediğine dair görüşlerini zanaatkârların çalışmalarına bakarak oluşturmalarına karşın bu işlerle doğrudan temas kurmuyorlar, kimse de onların zanaatçılığın ilerlemesine katkıda bulunmalarını beklemiyordu. Dolayısıyla, Rönesans döneminin modern bilimini yaratacak olan soru ve önerme hazinesini elde etmeleri mümkün olmadı.

Mimarlık

Mekanik iş[lem]lere duyulan genel horgörünün dışında tutulan tek önemli alan mimarlıktı. Yunan uygarlığı döneminde mimarlık

basit bir el sanatı olmaktan çıktı ve özgür yurttaşlara has bir meslek düzeyine yükseldi. Yunan mimarisinin güzellik, orantı ve simetri alanlarındaki olağanüstü başarılarını ve onu izleyen Roma mimarisinin ne büyük bir hayranlık uyandırdığını hepimiz biliyoruz. Mimarlık, her şeyden önce geometriye dayanan ve kusursuz bir çizim gerektiren bir sanattır. Bu nedenle, Yunan biliminin kraliçesi olan matematiği etkilememiş olması olanaksızdır. İki yeni araç -çizimcinin [yapı ressamının] pergeli ve torna tezgâhı- aynı yöndeki gelişmelere yardımcı oldu. Pergel öylesine elverişli ve titiz bir araçtı ki, Yunan geometrisinin neredeyse bütünüyle bir pergel-cetvel geometrisi olması şaşırtıcı değildir. Ok yayının matkabından [bow-drill: kemençeli matkap] türetilmiş olan ve ileri geri hareket eden ilkel torna tezgâhı Tunç Devri'ne özgü bir icattı. Kayışla çalıştırılan modern torna tezgâhı ise ancak MS. 14. yüzyılda kullanıma sokulmasına karşın, ilkel torna tezgâhı bugün bile dünyanın pek çok yerinde hâlâ kullanılmaktadır. 15 yıl öncesine kadar İngiltere'de de kullanılmaktaydı. İlkel torna tezgâhı ile silindir, koni ve küre biçimli nesneler elde edilebiliyordu. Bunlar, matematikçilerin hayran olduğu oyuncaklardı. Yunanistan'da da kuşkusuz tekniğin bilim üzerinde görmezden gelinemeyecek etkileri olmuştur; ne var ki bu etki daha eski uygarlıklarla karşılaştırıldığında daha azdı. Bu nedenle Yunan bilimi daha genel ve daha bağımsız bir tarzda gelişti. Fakat deneyimlerle doğruluğu sınanmadığından bu gelişim tahminler ve soyutlamalar içinde yitip gidecekti.

Yunan biliminde içerik ve yöntem

Bununla birlikte modern bilim, doğrudan doğruya kendine genel bir çerçeve, bir yöntem ve bir dil sağlayan Yunan biliminden türemiştir. Modern bilimi doğuran tüm genel problemler -göklerin ya da insan bedeninin yapısı, evrenin işleyişi- Yunanlılar tarafından ortaya konuldu. Fakat ne yazık ki Yunanlılar, bu problemleri ortaya koymanın ötesinde onları kendilerine özgü mantıksal, güzel ve kesin bir biçimde çözdüklerine inanmaktan da geri kalmadılar. Rönesans sonrası modern bilimin ilk görevi bu çözümlerin çoğunun anlamsız

ya da yanlış olduğunu göstermek oldu. Bu süreç neredeyse dört yüz yılı bulduğundan, Yunan biliminin yararından çok zararı olduğu ileri sürülebilir. Ancak, Yunan bilimi olmasaydı belki bu problemleri saptamak bile mümkün olmayacaktı.

Yunan biliminin gelişim aşamaları

Her ne kadar kesintisiz tek bir hareket oluşturuyorsa da, Yunan biliminin tarihi başlıca dört aşamaya ayrılabilir: İyonya, Atina, İskenderiye (Helen) ve Roma aşamaları. MÖ. 6. yüzyılı kapsayan İyonya aşaması (*4.5*) eski uygarlıkların etkisinin en fazla hissedildiği bölgede Yunan biliminin doğuş aşamasıdır. Bu dönem, son derece materyalist bir tarzda, dünyanın nelerden ve nasıl oluştuğu üzerine akıl yürüten Tales, Pisagor ve diğer doğa filozoflarının efsanevi kişilikleriyle özdeşleşmiştir. Toplumsal bir gelişim çağına denk düşen bu felsefe, özünde yapıcı ve umut verici bir felsefedir.

İkinci aşama (*4.6*), Pers savaşlarının zaferle sonuçlandığı MÖ. 480 yılı ile Yunan kentlerinin bağımsızlığının Büyük İskender tarafından fiili olarak ayaklar altına alındığı MÖ. 330 yılları arasında kalan dönemi kapsar. Yunan uygarlığı bu dönemde Perikles Atinası'nın demokrasisinde başarısının doruğuna ulaşacak ve ardından kendi kendini yok edeceği bir iç savaş ve kargaşa ortamına sürüklenecektir. Bu dönemde felsefenin ilgisi maddi dünyanın açıklanmasından, insanın doğası ve toplumsal görevlerinin açıklanmasına kaydı. Sokrates, Platon ve Aristo'nun damgasını vurduğu bu dönem, Yunan bilgeliğinin zirvesi olarak kabul edilir.

Helenistik olarak anılan, Yunan kültürünün üçüncü aşaması (*4.7*), bağımsız site [kent] devletlerinin çöküşü ve yerlerini yeni türde kara imparatorluklarının almasıyla başlar. İskender'in imparatorluğu Yunan biliminin, bir kez daha Hindistan'a varıncaya kadar Doğu'nun eski kültür kaynakları ile doğrudan ilişkiye geçmesini sağladı. İskenderiye, bilimin yeni yuvasıydı artık. Burada, kurulan müze aracılığıyla bilim, tarihte ilk kez kamu kaynaklarından mali olarak desteklendi. Sonuç; Öklid, Arşimet ve Hiparkus'la özdeşleştirdiğimiz matematik, mekanik ve astronomi alanlarında kaydedilen muazzam ilerlemeydi. Bu

üçüncü aşama, felsefeden ayrı olarak bilim tarihi açısından en önemli aşama olacaktı. Çünkü bu dönemde bilim ilk kez kendi içinde tutarlı bir bütün oluşturdu ve sonraki karanlık çağlar boyunca uğradığı kayıplara karşın neredeyse 2 bin yıl sonra bilimi yeniden canlandırmaya yetecek ölçüde ayakta kalmayı başardı. Romalıların gelişiyle birlikte 2. yüzyıldan itibaren söz konusu çabalar yavaşlayacak ve henüz imparatorluk çökmeden çok daha önce tamamen duracaktı. Bu son aşamanın (*4.8*) ayrıca ele alınmayı hak etmesinin nedeni bilime özgün bir katkıda bulunmuş olması değil, klasik bilim ile sonraki tüm bilimler arasında bir köprü oluşturmasıdır.

4.5. İLK YUNAN BİLİMİ

İyon natüralizmi

Genellikle, Yunan biliminin, eski uygarlıklarla bağının en güçlü olduğu Küçük Asya'daki [Anadolu'daki] İyon kentlerinde, özellikle de Milet'te ve İtalya ile Sicilya'da kurulan yeni Yunan kolonilerinde doğduğu kabul edilir. Yunan bilimi, tam da eski toprak aristokrasisinin egemenliğinin kırılıp iktidarın tüccar sınıfların desteğiyle bir dizi zorba yerel hükümdar *-tiranlar-* tarafından ele geçirildiği MÖ. 6. yüzyılda ortaya çıkmıştır. 6. yüzyılın Yunan dünyasında zorlu ve acımasız bir yayılmacılık hüküm sürmekteydi. Bu dünyanın ticaret merkezi, önceleri Yunan yurdunun ilk özgün kabilelerinden olan İyonyalıların yerleşmiş oldukları doğu Ege kıyılarıydı. İyonyalılar Akdeniz'de Marsilya, Napoli ve Sicilya'ya kadar uzanan bölgede ve doğuda, Karadeniz kıyılarında koloniler kurdular. Persler onları ilk yurtlarından sürüp çıkarınca bu koloniler ilk yerleşim yerleriyle özünde aynı nitelikte birer kültür ve ticaret merkezi haline geldiler. Anayurttan, Miletli Tales'in hemen yanındaki Efes'ten gelen Heraklitos'u, Sisamlı bir sığınmacı olup güney İtalya'ya yerleşen Pisagor'u ve Sicilyalı Empodekles'i hep birlikte İyonyalı filozoflar içinde saymamızın nedeni budur.

Böylesi bir dönemde ve atmosferde geleneklerin önemini yitirmesi doğaldı ve eski sorulara verilen yanıtlar dinleyici bulma şansına sahipti. İlk dönemlerin Yunan düşüncesinin değeri, bütün soru-

ları yalın ve somut bir biçimde yanıtlamaya çalışmış olmasından ileri gelir. Bu düşünce, bir dünya teorisinin –dünyanın nelerden meydana geldiğinin ve nasıl işlediğinin– günlük yaşama emeğin terimleriyle formüle edilmesi çabasından başka bir şey değildir.

Filozoflar ve bilgeler

Bu soruları soran ve yanıtlayan kişilere daha sonra Sokrates tarafından *filozof*, yani bilgi sevdalıları adı verildi. Kendi yaşadıkları dönemde ise onlara sofist, diğer bir deyişle bilge adamlar denilmekteydi. Bu kişilerin kendileri ya da inançları hakkında çok az bilgiye sahibiz; bildiklerimizin çoğu ağızdan ağıza aktarılıp sonraki kuşaklara ulaşmış, bir kısmı ise Platon'un ve Aristo'nun eserlerinde, öncellerini çürütmek ya da onlarla alay etmek amacıyla kullanılmak suretiyle yer almış ve böylece bölük pörçük bir halde de olsa günümüze ulaşmıştır. Yine de, bilinip hatırlanmış olmaları ve yaşamları hakkındaki efsaneler, bu insanların kendi çağlarında ne denli önemli olduklarını göstermektedir. Demir Devri'nin başlarındaki savaşların ardından yeni bir uygarlığın kristalleşmekte olduğu bir dönemde bu filozoflar yeni bir toplumsal kümeyi temsil ediyorlardı. Bununla birlikte onlar, özünde Doğu'nun eski bilgi hazinesini toplayıp yeni çağlara uyarlayarak geliştiren ve başkalarına aktaran bilge kişilerdi. Ayrıca, aynı zamanda okul işlevi de gören yarı manastırımsı topluluklar kurarak gizemli dinsel tarikatlara peygamberlik ya da liderlik de ediyorlardı. Başarılı olanlar –ki bizim bildiklerimiz yalnızca onlardır– genellikle bir tiranın ya da demokrat önderin politik veya bilimsel danışmanı konumunu elde edebildiler. Hemen her konuda onlara danışılmakta ve onlar da muhtemelen olur olmaz öğütlerde bulunmaktaydılar. Hamileriyle araları bozulduğunda çoğunlukla yerlerini rakip filozoflardan biri alıveriyordu hemen. Ünlü bir filozofu arkasına alan bir yönetim, istikrarın yanı sıra saygınlık da kazanmaktaydı. Örneğin Perikles, Anaksagoras'ın varlığından yararlandı; ne var ki filozof halkın inançlarına saygısızlıkta çok ileri gidince görevden alınması gerekti. İster demokrasinin ister aristokrasinin yanında yer alsınlar, filozofların hemen hepsi varlıklı kimselerdi. Bildiklerimiz arasın-

da geçimini sağlamak için çalışmak zorunda olanların sayısı birkaçı geçmez. Protagoras ile beşinci yüzyılın diğer sofistleri verdikleri dersler karşılığında ücret talep etmişlerdir. Böyle bir şey yapmaya tenezzül etmeyecek kadar zengin olan Platon, bu tutumlarından ötürü onları hor görür. Platon'a göre, bu şekilde davrananlara artık amatör filozof gözüyle bakılamaz.

Bu gibi filozoflara yalnızca Yunanistan'da rastlanmaz. Dünyanın birçok yerinde, Demir Devri'nin yarattığı kargaşalıklar benzer düşüncelere ve öğretilere sahip olanlara geniş olanaklar sağladı. Filistin'de önce peygamberler, daha sonraları da Ecclesiaste (Eski Ahit'in ilk birkaç bölümü) ya da Eyüp'ün kitabı benzeri hikmet edebiyatı yazarları ortaya çıktılar. Jeremiah [Yaremya], Mısır'ın Naukratis kentinde Tales'le karşılaşmış olmalıdır. Hindistan'da ise içlerinde en ünlüsü Gautama -Buddha- olan kişiler ve budalar bulunmaktaydı. Çin'de Lao-çe ve Konfüçyüs hemen hemen aynı dönemde yaşadılar. Bütün bu düşünürlerin ortak yanı doğa ve insan hakkında genel görüşler ortaya koymuş olmalarıdır. Hemen hepsi prenslere [hükümdarlara] öğütlerde bulunmuş ve devletleri reformdan geçirmeye çabalamışlar, ancak kalıcı bir başarı elde edememişlerdir. Bu düşünürlerin çoğu, Konfüçyüs'ün yaptığı gibi antik çağların bilgeliğini yeniden elde etmeye çalıştıklarını ileri sürdüklerinde bile, kendi dönemlerinin yerleşik inançlarına karşı oldular. Onların, Ortodoks öğretilerin kurucuları haline gelmeleri daha sonralarıdır.

Filozofların başarıları, Tunç Devri'nden Demir Devri'ne geçiş sırasında yaşanan ekonomik dönüşümün yarattığı düşünce boşluklarını doldurmaları olgusundan ileri gelir. Böylece, Marx'ın deyişiyle, yeni bir üretim ilişkileri sistemi için geçerli olan ideolojik üst yapıyı sağlamış oluyorlardı. Bu yeni sistemde tüccarların, tiranların ve askeri hükümdarların elinde bulunan toplum yönetimi, göründüğü kadarıyla Tunç Devri'ne göre üretimin maddi yanından çok daha uzaklaşmış bulunuyordu. Filozoflar da görkemli konutlar, piramitler ve tapınaklar döneminin büyük yöneticilerinin tersine, ekonominin gerçek maddi yönetimiyle uzaktan yakından ilişkileri bulunmayan kimselerdi. Dolayısıyla, kurdukları üst yapı da genellikle idealist, deneysel bilimin gelişimine ters düşen bir üst yapıydı.

Bununla birlikte, ilk İyonyalı filozoflar bu tabloyla tam bir uyum göstermezler. Onların döneminde ne köleci devlet ne de zenginlerin egemenliği tam olarak yerleşmişti. Bu nedenle, doğulu bilgelerin çoğundan farklı olup aynı zamanda materyalist, akılcı ve tanrıtanımaz kişilerdir. Yine kendi ardıllarından da farklı olarak, ahlak ve siyasetten çok doğayla ilgilenmişlerdir.

Dünya ve elementleri: Tales, Heraklitos ve Empedokles

Geleneksel Yunan filozoflarının ilki Tales'tir. Her şeyin başlangıcının su olduğu; toprak, hava ve canlı varlıkların sudan geldiği teorisini savunmasıyla bilinir. Bu teori, acıkça görüldüğü gibi Tekvin'deki [Yaradılış Kitabı'ndaki] teorinin aynısıdır. Kaynağı, ekime elverişli toprak elde etmek için bataklıkların kurutulması gerektiği bir delta ülkesi için yeterince anlaşılır olan yaygın bir Sümer mitidir. İlk sınıflı toplumlardan daha öncesine dayandıklarından ve orijinal halleriyle olduğu gibi korunduklarından, bu gibi efsaneler temelde materyalisttir. 2.47 Tales'in uyarlamasında yeni olan yan, Tales'in yaratıcıyı işin içine karıştırmamış olmasıdır. Laplace'ın yüzyıllar sonra Napolyon'a verdiği yanıtta olduğu gibi: "Onun bu hipoteze ihtiyacı yoktu." Tales'in materyalizmi, doğaya dönük ilgisinde ve sonraları sınıflı toplumu haklı göstermek için dayatılacak olan metafizik kurguyu reddetmesinde de görülür. Onun materyalizmi mekanik bir materyalizm değil, bütün maddelerin canlı olarak düşünüldüğü bir materyalizmdir. O, bir hylozoist [maddi yaşamcı] idi. Bu temel materyalizm ve tanrı tanımazlık, daha çok fenomeni açıklamak için hipotezi bir ölçüde değiştiren okul filozofları Anaksimander ve Anaksimenes tarafından sürdürüldü. Onlar toprak, buğu [hava] ve ateş'i de dünyayı oluşturan *elementler* (l, m, n) (Yunanca *stoicheio*, yani harfler) arasına dâhil ettiler; tıpkı sözcüklerin tek tek harflerden oluşması gibi dünya da bu elementlerden meydana geliyordu. Değişimin filozofu Heraklitos *panta rhei*, her şey akar, sözünü kendisine şiar edindi. O, ateşin temel element olduğunu düşündü; çünkü ateş son derece etkindi ve her şeyi dönüştürebiliyordu. Bu görüşünü şu sözlerle açıkladı: "Bütün şeyler ateşin, ateş de bütün şeylerin yerini

alır. Tıpkı eşyanın altın, altının da eşya yerine geçmesi gibi." *1.14.16* Bu açıklama, teknik süreçlerle ekonomi pratiğinin yeni felsefeyi nasıl doğurduğunu bir kez daha gözler önüne serer. Heraklitos karşıtlar düşüncesini de ortaya atmıştır; bazı şeyler, örneğin alev yukarı doğru, taş ve benzeri şeyler ise aşağı doğru hareket etme eğilimindedir. Karşıtlar birbirine gereklidir; ikisi arasında tıpkı yayla kiriş arasında olduğu gibi bir gerilim doğar. Böylece, diyalektik felsefe ilk kez açık seçik bir biçimde kendini ortaya koymuş oldu.

Materyalist filozoflar okulunun ardılı olan Empedokles, gözle görülemeyen havanın da maddi bir varlık olduğunu deney yoluyla kanıtladı ve eski elementleri, biri diğerinin ardı sıra yer alacak şekilde, toprak, su, hava ve ateş olarak sıraladı. Ona göre, sıra bozulduğu takdirde her element kendi yerine geri dönmeye çalışmaktadır. Empedokles, mekanik bir biçimde hareket eden maddi ilkeler olduğuna inandığı iki zıt eğilimin -sevginin ve nefretin- elementleri sürekli olarak birbirleriyle kaynaştırdığını ve sonra tekrar ayırdığını düşünüyordu. Bu görüş, eski Çin'in Yin ve Yang dualizmine [ikiciliğine] benzeyen ama büyük olasılıkla ondan bağımsız olarak doğmuş bir görüştü. Yin-Yang dualizminde de iki ilke ile karşı karşıyayız: Dişi ve erkek; ateş ve su; bunların birbirlerini etkilemesi sonucunda maden, odun ve nihayet toprak oluşmakta, bunlar da birbirine karışarak maddi dünyanın "on bin şey"ini meydana getirmektedir.

İyonya düşüncesi, bir bütün olarak *maddi elementlerin karşılıklı ve sürekli olarak birbirlerini dönüştürdükleri* dinamik bir dünyaya eğilim göstermiştir. İlerleyen çağlarda, çoğu filozof elementlerin durağan *doğal düzeni* üzerine yoğunlaşmış ve bu elementleri evrenin yapısının sabit ve değişmez bir parçası olarak düşünmüştür. Aristo tarafından da kutsanan ve elementlerin durağan doğal düzenini temel alan bu görüş her türlü ilerici değişimi, özellikle de toplumsal değişimi engellemekte kullanıldı. Elementler toplumsal sınıflarla özdeşleştirildi ve böylece bu özdeşlikten alt sınıfların üst sınıflara boyun eğmesinin toplumsal evrenin en ideal ve nihai durumu olduğu sonucu çıkarıldı. Toplumsal dünya ile doğal dünyanın özdeşleştirilmesi her ikisinin de anlaşılmasını güçleştirdi. Başlangıçta materyalist olan bir teoriyi biçimsel bir teoriye dönüştürdü ve bu evrensel bir

düzeni sözüm ona onaylayan birtakım zorlama benzerlikleri [analojileri] astronominin, tıbbın ve kimyanın sırtına yükleyerek bu bilimlerin gelişmesini engelledi.

Antik çağların dünya görüşünün altında yatan kökleşmiş bir kafa karışıklığı da antiklerin kendi elementlerinden birbiriyle bağdaşmayan iki işlevi yerine getirmelerini beklemeleriydi. Bu elementler, bir taraftan bildikleri dünyanın gerçek maddeleri ve hareketleri durumundaydılar; tanrılara başvurmadan toprak ile denizin, güneş ışığı ile fırtınanın genel görünümünün [panoramasının] bir bütün olarak açıklanmasına yardımcı oluyorlardı. Bu bakımdan bizler bile hâlâ bu elementlerin gazabından söz ediyoruz. Öte yandan, elementler oldukça farklı bir biçimde, herhangi bir şeyle bağlantılandırılabilir nitelikleri -sıcaklık ve soğukluk, ıslaklık ve kuruluk, hafiflik ve ağırlık- temsil ediyorlardı. Bu elementlerin her biri, 19. yüzyılın kimyasal elementlerinin aksine, belli bir maddi varlıkla özdeşleştirilemiyordu. İyonyalı filozofların sonuncusu Anwagoras (MÖ. 500-428), maddenin bugünkü sıvı, katı ve gaz *hallerine* benzer bir şekilde, her şeyde bütün unsurların tohumlarının bulunduğunu söyleyecek kadar ileri gitti.

İyonya okulunun başarısı, evrenin tanrıların müdahalesi ya da tasarımı olmadan nasıl oluştuğu ve nasıl işlediğine dair bir tablo sunmuş olmasıydı. Temel zaafı ise muğlaklığı ve tamamen tanımlayıcı-niteleyici bir karakter taşımasıydı. Tek başına bir yere götürmesi, onunla somut bir şey yapılması olanaksızdı. Sayıların ve niceliğin felsefeye sokulması gerekiyordu.

Nicelik ve sayı - Pisagor

Kökenleri büyük olasılıkla Babil astronomisine dayanan basit sayısal orantılarla gök cisimleri arasında ilişki kurma eğilimi, Anaksimander'in (MÖ. 611-547) çalışmalarında da görülür. Anaksimander yıldızların, ayın ve güneşin uzaklıklarını dünya kursunun [diskinin] dokuz, on sekiz ve yirmi yedi katı olarak hesapladı. Doğanın bütün özelliklerini *sayılarla* bağlantılandıran görüş Pisagor'un (MÖ. 582-500) öğretileriyle birlikte anılır. Milet yakınlarındaki Sisam adasın-

da dünyaya gelen Pisagor, daha sonra Güney İtalya'ya göç etmiş ve burada felsefi ve dini bir okul kurmuştu. Pisagor gerçekten yaşamış mıdır yoksa tamamen hayali bir kahraman mıdır bunun hiçbir önemi yoktur. Önemli olan, adını taşıyan okulun gerçekliği ve ileriki zamanlarda özellikle en önemli savunucusu Platon (MÖ. 427-347) aracılığıyla olağanüstü bir etkide bulunmuş olmasıdır.

Pisagorcu öğretide iki düşünsel eğilim -*matematiksel* ve *mistik* eğilim- harmanlanmıştı. Doğrusu Pisagor'un adıyla anılan matematiğin ne kadarının gerçekten ona ait olduğunu ortaya koymak güçtür. Yalnız şurası açık ki Pisagor'un dik [açılı] üçgenlerle ilgili teoremi Mısırlılarca pratik bir kural olarak uzun zaman önce bilinmekteydi. Dahası, Babilliler "Pisagor" üçgenleriyle ilgili uzun tablolar hazırlamışlardı. Hatta pek çok benzerine bakarak Pisagor'un sayılarla ilgili tüm teoremlerinin mistik olduğu kadar matematiksel yönleriyle de yitik bir doğulu kaynaktan alınmış olduğu bile düşünülebilir. Fakat Pisagor ister bir yaratıcı, isterse bir aktarıcı olsun, onun okulu aracılığıyla matematik, bilim ve felsefe arasında bir daha asla kopmayacak bir bağ kuruldu.

Pisagor'a göre evreni kavramanın anahtarı *sayılarda* gizliydi. Bir yandan sayılarla geometri arasında bir ilişki kurarak uygun bir biçimde belirlenmiş noktalardan nasıl kare ve üçgenler yapılacağını gösterdi, diğer yandan aralarında basit uzunluk *orantıları* bulunan tellerin düzenli müzikal aralıklarla -oktavlar, üçlüler vs.- notaları seslendirdiğini ortaya koyan buluşuyla da sayılarla fizik arasında bağlantı kurdu. Böylece, daha önce duyusal olarak kavranan *armoni* ile sayılar ve dolayısıyla da geometrik şekiller arasında ilişki kurulmuş oldu. Pisagorcular yüzeyleri üçgenlerden, karelerden ve beşgenlerden oluşturulabilen düzgün üç boyutlu cisimlerin evrensel [cosmic] önemi üzerinde durarak Yunan geometrisinin genel niteliğini belirlediler. Özellikle beşgenin büyülü bir yapısı vardı. Çünkü onun doğrudan doğruya cetvel ve pergel ile çizilmesi çok güç, hatta olanaksızdı ve kendi içinde sayısız beşgenler meydana getirebiliyordu. Öklid geometrisi bütünüyle beşgen yapımı ile ilgili problemlere eğildi. Beşgenin kutsallığı iki platonik cisimle -dedekadron [düzgün on iki köşeli] ve ikosohedron [düzgün 20 köşeli]- bağlantılıydı. Platon

bu cisimlere gizemli nitelikler atfetti; Kepler'in zamanına kadar da öyle kaldılar.

Oran ve İrrasyonel sayılar

Temel matematiksel buluşlardan biri büyük olasılıkla ustanın ölümünden sonra, Pisagor okulundan geldi. Eğer her uzunluk ölçüsü bir sayı ile ifade edilebilirse, iki farklı ölçü arasındaki orantı iki sayının birbirine *oranı* olarak ifade edilebilmelidir. Ne var ki çok basit bir işlem bunun böyle olamayacağını gösterecektir. Bir karenin kenar uzunluğu ne olursa olsun -ister tam ister kesirli bir sayı ile ifade edilsin- bir başka sayı ile gösterilemez. Bu şu anlama gelir: Hangi kesiri kendisi ile çarparsanız çarpın, tam olarak 2 sayısını elde edemezsiniz; diğer bir deyişle $\sqrt{2}$ irrasyoneldir. İrrasyonel sayıların bulunması tüm bir Pisagor okulunu öyle bir sarstı ki, bu okulun dağılmasında rol oynadı. Bu açmazdan çıkmanın bir yolu, söz konusu ölçümlerin gerçek dışı olduğunu söylemekti; diğeri ve en sonunda benimseneni ise sayı kavramını irrasyonel sayıları da içine alacak şekilde genişletmekti. ***2.41***

Astronomide daire ve kürenin öneminin kavranmasını da Pisagor'a borçluyuz. O, dünyanın bir küre olduğunu, dahası gezegenlerle -güneş, ay ve gizemli bir karşı-dünya ile- birlikte asla görünmeyen merkezdeki bir ateşin etrafında döndüğünü ileri sürdü. Bu görüş Heraklitos (MÖ. 375) ve Aristarkus (MÖ. 310-230) tarafından rasyonelleştirilince -mantıksal bir açıklamaya kavuşturulunca- güneş sisteminin çağdaş tanımına götüren yolu açacaktı.

Pisagor okulunun çalışmaları matematiğin yanı sıra fizik biliminin de temelini oluşturur. Bununla birlikte, matematikte bile gizemli unsur belirgin bir biçimde gözler önündedir. Pisagorcular ölümsüz ruhu sayıların ölümsüz [sonsuz] biçimleriyle ilişkilendirdiler ve bu ölümsüz ruhu özellikle ilk dört sayının toplamı olan on sayısına (1+2+3+4=10) atfettiler. Onlara göre tüm dünya saf sayılardan oluşuyordu. Temel sayılarla ilgili gizemli öğretilere ve hurafelere dayanan bu aşırı idealizm, kutsal teslis [baba, oğul, kutsal ruh üçlüsü], dört Evangelist [İncil'in dört yazarı: Matta, Markus, Luka ve Yuhan-

na], yedi ölümcül günah ve vahşi hayvanların sayısı ile günümüzde bile kendini göstermeye devam ediyor. Üstelik bu eğilim, zaman zaman Tanrıyı en üstün matematikçi olarak göstermeye çalışan modern matematiksel fiziğin ustalarında da görülmektedir. ***2.40***

Bilime gizemcilik (mistisizm) karışıyor

Pisagorcular fizikte de olguların çok ötesine giderek deneysel bilginin yerine sayı mistisizmini geçirdiler. Pisagorculuğun mistik (gizemci) yanı onu Demir Devri'nin acımasız gerçeklerinden kaçmanın aracı durumuna gelen eski cemaat büyüsünün yadigârı Orfik sırlarla bağlantılandırdı. ***2.45.154*** Bir köle dini olan Orfizmin doğrusu Hıristiyanlıkla pek çok ortak yanı vardır; özellikle tekerlek ve mağara sembolizmi yönünden. Pisagorcuların başlıca tezi, büyük olasılıkla Hint etkisinden bağımsız olmakla birlikte tıpkı Hindularda olduğu gibi ruhların göçü [tenasüh] öğretisiydi. Kült'ün amacı, ortak mistik deneyimler -"*orgyler*"- ve esrik gizemci düşünceler [vecd içindeki tefekkürler] -"*teoriler*"- yoluyla ruhun yeniden bedene dönmesi (reenkarnasyon) döngüsünden kurtulmaktı. ***2.17.38*** Bu, Gautama'nın boşuna direnmeye çalıştığı, Yoga yoluyla Nirvana'ya erişilmesi düşüncesine benzer. Taş Devri'nde ortaya çıkan yeniden doğuş düşüncesi, o zaman için anlaşılırdı. Ne var ki Demir Devri'ne gelindiğinde artık temelde gerici bir niteliğe büründü; çünkü toplumsal adaletsizliğin ve savaşın önemini azaltıyor ve üstü örtülü bir biçimde onaylanmaları anlamına geliyordu. ***2.13*** *Bhagovad Gito*'da, Arjuna dehşet içinde kardeş kavgasının nasıl ortaya çıktığını sorduğunda, Khrisha şu yanıtı verir:

Eğer o kanlı katil sanıyorsa ki kendisi boğazlıyor
ve boğazlanan da sanıyorsa ki kendisini boğazlayan boğazlıyor
her şeyin gizli anlamını ne kadar az biliyorlar,
dönen de benim, geçen de, tekrar gelen de.

Mistik amaç, ruhun arındırılması yoluyla her şeyden el etek çekmekti. Ruhun arındırılması ise önceleri yalnızca büyülü bir tarikata kabul töreni ya da yeniden doğuştu. Daha sonra, madenlerin arıtılması sayesinde simya ile ilişkilendirildi. Pisagorcular da ruhun bilgi yoluyla arındırılması görüşünü ortaya attılar; söz konusu bilgi

edilgen *düşünceye dalmak* (tefekkür) yoluyla elde edilecek olan *saf bilgi*ydi. Platon tarafından dile getirildiği biçimiyle bu görüşe göre insanlar tıpkı oyunlardaki seyirciler gibi üç sınıfa ayrılabilirlerdi: Fındık fıstık satanlar, yarışmacılar (birbirleriyle atışanlar) ve oyunu izleyenler. Bu sonuncular, kendilerini yalnızca tefekküre vermiş olanlar, en erdemli olanlardı. Sınıflı toplumun yozlaştırarak aldığı bir tür ilkel ritüelden kaynaklanan ve saf bilimin ideal biçiminin tefekkür olduğunu savunan bu görüş günümüze kadar geldi. Bugün de o zaman olduğu gibi hiçbir sorumluluk taşımaksızın bilimden işine geldiği gibi yararlanmanın bahanesi olarak kullanılmaktadır.

Pisagorcu görüşlerin bu sonuçları düpedüz gerici olsalar da, Pisagor'dan bir sonraki dönemin ürünüdürler. Thomson'a göre ***2.45.210*** ilk Pisagorcu topluluk dini olduğu kadar siyasaldı da ve bu yüzden suçlanarak sonunda dağıtıldı. Thomson, Pisagorculuğu *demokratik* düşüncenin yani toprak sahibi aristokrasinin gelenekçiliği karşısında tüccar *orta* sınıfların akılcılığının bir ifadesi olarak görür ve etkisini Kalvinizmin etkisiyle bir tutar. Özellikle orta yol ve uyumun önemi üzerindeki Pisagorcu ısrarı tüccarların yükselişi sonucunda siyasal kavgaların çözülmesiyle ilişkilendirir ki, bu bizim günümüzde Aristo ile özdeşleştirdiğimiz bir görüştür.

Pisagor'un etkisi

Pisagor okulu Yunan biliminin hem teorik hem de pratik gelişiminde, onun dallara ayrılmasına işaret eden bir dönüm noktasını oluşturur. Pisagor okulundan birbirinden çok farklı olan iki düşünce sistemi doğdu. Onun en soyut ve mantıksal yönleri Parmenides tarafından benimsendi, epeyce mistisizmle harmanlanarak Platon'un idealizminin temelini oluşturdu. Öte yandan Pisagor'un sayı teorisi Miletli Leusipus (MÖ. 475) ile Abderalı Demokritos'un (MÖ. 420) atom teorileri ile materyalist bir içerik kazandı.

Uygulamalı bilimde Pisagorcular fiziksel nicelikleri ölçüye ve sayılara indirgeyerek bunlarla işlem yapmayı mümkün kıldılar. Çoğunlukla uygun sınırların ötesine geçecek şekilde zorlanmasına karşın, bu genel yöntem doğa üzerindeki egemenliğin genişletilmesini sağlayan sürekli bir araç oldu. Adıyla anılan okul, *postulatlar-*

dan [önermelerden] *tümdengelime* dayalı uslamlama yoluyla kanıta ulaşma yöntemini bulduğu için Pisagor matematik açısından daha büyük önem taşır. Söz konusu yöntem, bir dizi örneği bir *teoreme* dönüştürdüğünden deneyimi *genelleştirme*nin en etkili yoludur. Matematikteki önemi nedeniyle tümdengelimli kanıtlama o günden bu yana idealizmin hizmetinde apaçık ilkelerden su götürmez saçmalıklar elde etmede kullanıldı.

Parmenides

Bunu yapacak olan ilk filozoflar arasında Güney İtalya'daki Elea kentinden [Elealı] Parmenides (MÖ. 470) ve öğrencisi Zeno (MÖ. 450) yer alır. Her ikisi de tutucu aristokrat çevrelerle yakın ilişki içindeydiler. Parmenides saf aklın filozofuydu. Gözlemlere dayalı deneysel bilime şiddetle saldırdı; ona göre böylesi çalışmalar duyuların yanılabilir olması nedeniyle yalnızca kesin olmayan birtakım düşüncelere varmamızı sağlayabilirdi. Oysa saf akıl yoluyla kavranabilen sayısal gerçekler mutlaktı. Yanılabilir duyular, "göz ve çınlayan kulak" tarafından karşılanması olanaksız *mutlak gerçek* ve kesinlik talebi, güç anlarda çoğunlukla kaybeden tarafta bulunan ama her zaman yinelenen kararlılık talebini ifade eder.

Bu bilim-karşıtı idealist eğilimin sonradan Platon tarafından benimsenmesi ve felsefede günümüze kadar varlığını sürdürmesi şaşırtıcı değildir. Parmenides daha da ileri gitti; mantığa başvurarak Heraklitos'un her şeyin değiştiğine ilişkin görüşüne karşı çıktı. Eğer *var olan varsa* ve *var olmayan da yoksa* asla hiçbir şey meydana gelmez; *değişim olanaksızdır*. Böyle bir evrende yalnızca değişim değil çeşitlilik de olanaksızdır. *Gerçek* evren tektir ve değişmez. Duyularımızın bize gösterdiği çeşitlilik ve değişim yalnızca görünüşte öyledir; görünen maddi dünya bir *yanılsama* [ilüzyon] olmalıdır. Bu, aşırı idealist görüşün ilk kez açık olarak dile getirilmesi ve *formel* [biçimsel] *mantığın* başlangıcıdır. Hegel, Parmenides'in mantığını ele almış ve varlık düşüncesi ile yokluk düşüncesi arasındaki çelişmenin oluş düşüncesini doğurduğunu öne sürerek onun kanıtlarını çürütmüştür; ardından, aynı *diyalektik idealizmi* ile tüm karmaşıklığı içinde

ideal dünya görüşüne varır. Marx, *diyalektik materyalizmi* kurarak, baş aşağı duran bu felsefeyi ayakları üzerine oturttu. Parmenides'in idealizmi göründüğü kadar saf [katışıksız] bir idealizm değildi. Değişmez birlik görüşü, küçük bir azınlığın "ilahi" hakla egemenlik kurması ile son derece uyumlu bir görüştü.

Parmenides'in öğrencisi Zeno, mantıksal olarak zamanın ve uzaklığın asla ne sürekli ne de süreksiz olabileceğini kanıtlar gibi görünen dört dâhiyane paradoks ortaya koyarak, Pisagor'un matematik ve fizik teorisinin temellerine saldırdı. Eğer uzaklık sürekli ise koşucu asla hedefine ulaşamaz. Eğer yolu yarılamışsa, yolun diğer yarısını da tamamlaması için zaman gerekecek ve bu böylece *ad infinutum* [sonsuza dek] sürüp gidecektir. Yok, eğer mesafe süreksizse ok asla hareket edemez; çünkü o, ya bir noktadadır ya da ötekinde ve iki nokta arasında hiçbir şey yoktur. Zeno'nun paradoksları bütünüyle işe yaramaz değildi; bunlar matematikte *kesinlik* arayışının başlangıcını oluşturdu. Bu ince akıl yürütmeler görünen dünyanın gerçekte var olamayacağını kanıtlamak için kullanıldılar; ne var ki saf aklın, duyuların tasarladığı her şeyden daha aptalca ve daha anlamsız olabileceğini göstermeye de yarayabilirler pekâlâ.

Atomlar ve boşluk: Demokritos

Bu idealist eğilimlere verilen en güçlü yanıt, geliştirdiği *atomcu teoriyle* geleceğin bilimi üzerinde muazzam bir etkide bulunan Demokritos'tan geldi. Demokritos, ideal sayılardan oluşan bir evren yerine bölünmez (a-tomos [Yunanca parçalanamayan anlamına gelir]) sayısız küçük parçacıktan -boş uzayın *boşluğu*nda hareket eden *atomlar*dan- oluşan bir evren düşündü. Atomların değiştirilmesi olanaksızdı; buraya kadar Parmenides'in değişmezlik görüşünü paylaşıyordu. Atomlar çeşitli geometrik biçimlere sahiptiler; bu onların bir araya gelerek dünyadaki her türlü farklı şeyi oluşturma yeteneklerini açıklıyordu. Görünen bütün değişikliklere atomların *hareketleri* neden oluyordu. Böylece Demokritos, Pisagor'un idealizmi ile mistisizmini reddederken, onun matematiksel içeriğe, özellikle de geometrik biçime verdiği öneme sahip çıkmayı başarıyordu.

Boşluk -hiçlik- kavramının felsefeye sokulması cüretli bir adımdı. Eski filozofların evreni sağduyunun evreni idi; dolu bir evren, bir plenumdu[7]. *Vakum* düşüncesi bütün saygıdeğer filozoflarca tiksintiyle karşılanmış; bu tiksinti doğaya dayandırılmıştı. Rönesans fiziğinin Galileo'nun dinamiği gibi pek çok başarısı ve sonraki bilimsel ve teknolojik gelişmeler, örneğin gaz yasaları ve buharlı motor bu görüşün alt edilmesi sürecinde ortaya çıktı.

Atom teorisinin en başından beri köktenci siyasal bir niteliği vardı. Bunun nedeni teorinin açıkyüreklilikle materyalist olması ve önceden belirlenmiş ahenklere başvurmaktan kaçınmasıydı. İdealler ya da kusursuz biçimler doktrinini savunan Platon ve Aristo'nun otoriteleri, yeni teorinin yaygın olarak benimsenmesini önlemeye yetti. Yine de atom teorisi tüm bir klasik dönem boyunca direngen bir sapkınlık olarak kaldı. Epiküros ve Lukretius aracılığıyla sonraki gelişim aşamalarında felsefeyi ve etiği etkiledi. Teori, parçaların doğal işleyişi aracılığıyla kendini devam ettiren, dolayısıyla ilahi bir yol göstericiye gerek duymayan bir dünyayı savunuyordu. Demokritos'un atomculuğu bütünüyle deterministti; ama sonradan Epiküros, çeşitliliğe ve insanın özgür iradesine yer bırakmak için onun atomlarına kendine özgü bir çeşitlilik ve kavis verdi.

Yunan atomculuğunun temelde bilimsel bir fizik teorisi olduğunu düşünmek hata olur. Ondan pratik olarak doğrulanabilecek hiçbir sonuç çıkarılmadı. Yine de, bütün çağdaş atom teorilerinin doğrudan ve su götürmez kaynağıdır. Modern atomcuların babası olan Gasendi düşüncelerini doğrudan doğruya Demokritos'tan ve Epiküros'tan aldı. Newton ateşli bir atomcuydu; John Dalton'un da sonunda kimya alanında atom teorisini kurmasına esin kaynağı olan Newton'un çalışmalarıydı. Kimyadaki atomlar isimleri gibi bölünemez çıkmadılar; ama nükleer fiziğin daha derin bir açıklaması aynı atomik geleneği temel alır.

Perikles devri

Atina kenti Pers savaşlarının ardından MÖ. 479'da Yunan dünyasının ekonomik ve kültürel önderi olarak sahneye çıktı. Bu konu-

7 Plenum, *doluluk* anlamına gelen Latince kökenli bir kavramdır.

munu saldırgana karşı koymadaki cesareti ve kararlılığı ile kazandı. Doğrusu başarısını büyük ölçüde Laurion gümüş madenlerinden elde edilen paraya borçluydu. Temistokles'in tavsiyesi üzerine kurulan donanma yalnızca kentin zaferini sağlamakla kalmadı, halkın gücünü de [iktidarını] kent yönetimine taşıdı. Atina'nın ticari önderliği zenginliğini daha da artırdı ve sanatçılarla heykeltraşların yanı sıra tarihçileri ve filozofları da kente çekti. Sonraki yüzyıl boyunca, hatta yıkıcı Sparta savaşlarının ardından bile Atina Yunan düşüncesinin entelektüel merkezi olarak kaldı. İyon biliminin özellikle de matematiksel ve astronomik Pisagor geleneğinin mirasını sahiplenerek yeni bir devinim gücü (itki) kazandı.

Bu dönem, İyonyalıların şiirsel [poetik] kurguları ile İskender döneminin kesin hesaplamaları arasında bağ kurması nedeniyle dünya bilimi açısından çok büyük önem taşır. İyonyalı filozofların sonuncusu olan Perikles'in arkadaşı, Clazomenaeli Anaksagoras Atina'ya yerleşti ve bilindiği kadarıyla usçuluğu [rasyonelizmi] nedeniyle MÖ. 432'de kentten kovuldu.

Bilimin, doğal olduğu kadar toplumsal bir içerik de taşıyan temel problemleri bu dönemde ortaya konuldu. Bunu izleyen yüzyıllarda ise, söz konusu problemlere pek çok farklı çözüm önerisi getirildi. O andan itibaren Yunan bilimi özerkleşerek kendi özgün karakterini pek fazla fark edilmeden kendi sınırları içinde oluşturacaktı. Bu, doğa bilimlerinde doğruluğun sınanmasını sağlayan matematik ve astronomiye yapılan vurgu, tıpta ise sağlığın ve güzelliğin korunmasında bir araç olarak kendisini gösterdi.

Geometrinin zaferi

İrrasyonel sayıların keşfedildiği andan itibaren Yunan matematikçileri sayıları bırakıp mantıksal güçlükler çıkarmayan çizgi ve alanları incelemeye koyuldular. Sonuç, Yunanlıların bilime belki de en büyük armağanı olan bir ölçüm *geometrisi*nin geliştirilmesi oldu. Babil matematiği ile onun Hindistan'da ve İslam dünyasında elde ettiği başarısı, esas olarak aritmetik ve cebir alanlarıyla sınırlı kalmıştı. Bu dönüşümün baş mimarları Kioslu Hipokrates (MÖ. 450) ile Eudok-

sus'tu (MÖ. 408-355). Hipokrates Atina'da para karşılığı öğretmenlik yapan ve geometrik şekilleri ifade etmek için harfleri kullanan ilk bilim insanıydı. Daireyi karelere ayırmak ve küpün iki katını bulmak gibi klasik problemlere geometrik çözümler getirmeye çalıştı. İkisinde de başarısızlığa uğramasına karşın, Öklid'in sonradan üzerinde unsurlarını [elementlerini] inşa edeceği değerli önerme halkalarını oluşturdu. Bu problemler, cetvelle ve pergelle çözülemeyen bir açının üç eşit parçaya bölünmesi problemi ile birlikte Hippias ve Elis gibi diğer geometricileri daha gelişmiş eğriler çizmeye yöneltti ve böylece geometrinin yeni bir dalının kurulmasını sağladı.

Eudoksus, belki de Yunan matematikçilerinin en büyüğüydü. Her türlü büyüklüğe uygulanabilen oranti teorisini, Arşimet tarafından geliştirildikten sonra sonsuz küçüklüklerin hesaplanmasının temelini oluşturacak çizgi ve alan ölçümleri için olmayana ergi (exhaustion) yöntemini [şekli düzgün olmayan, alanı ya da hacmi bilinmeyen bir cismin alan veya hacmini, alanı ya da hacmi bilinen şekillerle doldurarak o alanı ya da hacmi hesaplama yöntemi] ve birbirini izleyen tahminler (succesive approximation) yöntemini bulan odur.

Küresel astronomi

Pisagor'un dünya anlayışının mantıksal temeli de aynı döneme rastlar. Bu alanda başı çeken, matematikçiliğinin yanı sıra büyük bir astronom [gökbilimci] da olan Eudoksus'tu. Eudoksus, her biri kendi dışındakinin içine yerleştirilmiş bir eksenin etrafında dönen tek bir merkeze bağlı küreler aracılığıyla güneşin, ayın ve gezegenlerin hareketlerini açıklamayı başardı. Model kaba ve mekanikti ama metal kürelerden oluşan biçimiyle eski güneş saatine göre çok daha elverişli bir gözlem yöntemi olarak işe yarıyordu. Günümüze dek tüm astronomik aletler bu modelden türetildi. Küreler teorisi çok basitti; öyle basitti ki çok önceleri Babillilerce bilinen kış günlerinin kısalığı gibi (günışığının değil, gece yarısından diğer günün gece yarısına kadar olan kış ortasında yirmi üç saat elli dakika, yaz ortasında yirmi dört saat on dakika olan süre) olguları bile açıklamakta yetersiz kalıyordu. O zamanlar bunlar daha göksel (celestial) bir saat düzeneği

ile giderilebilecek ufak kusurlar olarak görüldü, bu yöntem Kopernik ve Newton tarafından tamamen ortadan kaldırılana kadar karışıklık yaratmaya devam etti.

Yunan tıbbı: Hipokrat

Yunan tıbbı da uyumlu bir bilimsel dünya anlayışına katkıda bulundu. Tıbbın biri ampirik diğeri felsefi iki kolunu bir daha ayrılmamak üzere birleştirdi. Yunan tıbbı da -Yunan matematiği gibi- antik uygarlıkların tıbbının kesintisiz bir devamıdır. Yunanlı hekimler Asclepiadai'ye -bir tür mesleki klan veya loncalardan biri olan tıbbın yarı-tanrısı Aselepius'un klanına- bağlıydılar. Gerçekten de Hipokrat yemini **2.46.332** klan üyelerine ve onların ailelerine -bugün hâlâ gözetilen- belirli yükümlülükler getiren, günümüze dek korunmuş bir yadigârdır. Örneğin, Hipokrat yemininde yer alan maddelerden biri şöyledir:

> Öğrendiklerimi yalnızca kendi oğullarıma değil, bana hekimlik sanatını öğreten ustalarımın oğullarına, hekimlik yasalarına bir sözle ve yeminle bağlanmış çıraklara da öğreteceğim. Bunlar dışında başka hiç kimseye öğretmeyeceğim.

Eski uygarlıklarda olduğu gibi Yunanistan'da da hekim, esas olarak zengin müşterilerinin sağlıklarıyla ilgilenen bir aristokrattı. Sıradan insanların tedavisi geleneksel sihirli ilaçları kullanan kocakarılarla şarlatanların eline kalmıştı.

Yunan tıbbındaki ilk akım, neredeyse efsanevi bir kişilik haline gelen Koslu cerrah Hipokrat'la özdeşleşmiştir. Hipokrat'ın tüm eserleri [külliyatı] muhtemelen MÖ. 450-350'de yazılmış bir yığın tıbbi incelemeden oluşur. Üslubu tamamen kliniktir. Tıp, hastaları iyileştirme sanatı -techné- olarak görülür. Hipokrat'tan aktarılan en ünlü alıntı şudur:

> Hayat kısa, sanat uzundur. Karar anı kısa, deney tehlikeli, karar vermek güçtür. Yalnızca kendi görevlerimizi yerine getirmemiz yetmez; hastanın, hasta yakınlarının işbirliği yapmaları, dışsal koşulların uygun olması da gerekir. ***1.40.229***

Her vaka kendi özgülünde incelenir; ancak değerlendirme, benzer vakalarla ilgili gözlemlere dayandırılır. Bu bakımdan Hipokrat Mısırlı hekimlerin geleneğini izler. Hastalıklar büyüye ve dinsel nedenlere bağlanmaz; böylesi tedavilerden söz edilemez. Hipokrat daha da ileri giderek bu tür nedenleri açıkça reddeder. "Kutsal" hastalık epilepsi [sara] ile ilgili bölümde şunları söyler:

> Kutsal diye adlandırılan hastalık, bana göre öteki hastalıklardan daha ilahi değildir. Diğer hastalıklar gibi bunun da doğal bir nedeni vardır. İnsanlar nedenini anlamadıkları için bunun ilahi bir hastalık olduğunu düşünüyorlar... Doğadaki her şeyin, geriye doğru tam olarak izlendiğinde bulunabilecek olan bir nedeni vardır.

Kos okulu (Hipokrat Okulu), felsefenin tıbba uygulanmasına da aynı şekilde hoşgörüsüzdür. *Antik Tıp* adlı eserde (yazarının sofist Protagoras olduğu sanılmaktadır) şöyle denilmektedir:

> Her kim tedavi sanatını bir postulat –sıcaklık, soğukluk, nem, kuruluk ya da düşündüğü başka bir şey– temelinde açıklamaya kalkar ve ölüm nedenlerini bir iki postulata indirgeyerek donatırsa, yalnızca belirgin bir hata yapmış olmakla kalmaz; ayrıca bir sanat ya da teknik (techné) alanında yanıldığı için özellikle cezalandırılması da gerekir. Çünkü bu, insanların yaşamları tehlikede olduğunda başvurdukları bir sanattır. Bu sanatın uygulayıcıları işlerinde ustaysalar çok büyük saygı görürler. ***2.17.63***

Bu kınamaya karşın felsefi postulatlar tıpta giderek daha fazla kullanılır oldu. Hatta Hipokrat'ın yazılarında bile kendine bir yer buldu.

Bunun nedeni, bir ölçüde anatomik ve fizyolojik araştırmaların başlamış olmasıdır. Örneğin Pisagor'un öğrencilerinden –tilmizlerinden– Alemaeon, yaptığı teşrihler[8] sonucunda sinirlerin işlevi hakkında bir şeyler öğrendi ve duyu ile hareket organının kalp değil beyin olduğunu ileri sürme cesaretini gösterdi. İlkel avcılarca pratik olarak öğrenilmiş olması gereken bu gerçek, 2000 yıl sonra hekimler tarafın-

8 Teşrih, hayvan ya da insan vucudunun incelenmek üzere kesilip biçilmesi.

dan kesin bir biçimde reddediliyordu. Daha mistik doktrinler daha çabuk benimsendiler. Bir başka Pisagorcu, Philolaus, üç ruhlu insan doktrinini ortaya attı: Büyüyen her şeyde var olduğunu söylediği bitkisel ruh göbekte; yalnızca hayvanlarda ve insanlarda var olan hayvansal ruh kalpte ve yalnızca insana ait olan akılcı ruh da beyinde bulunuyordu. Harvey onları defnedene dek bu ruhlar fizyolojinin ve anatominin yakasını bırakmadılar ve insanlığın kavrayışını gölgelediler.

Huylar doktrini

Tıp biliminin teori ve pratiğine en kalıcı ve en büyük zararı veren, ilk olarak Empedokles tarafından açıkça ileri sürülen dört içsalgı doktrini oldu. Empedokles hem bir hekim hem de bir filozoftu; doğal olarak evrenle ilgili [kozmolojik] görüşlerini kendi tıp teorisine taşıdı. Evreni oluşturan dört unsurun –"şeylerin kökeni"nin– tüm canlı varlıklarla birlikte insanda da bulunması gerektiğini düşündü. Muhtemelen çok daha eski mitolojik modelleri izleyerek insanın bir mikrokozmos, makrokozmosu kendisinde cisimleştiren küçük bir dünya, olduğunu savundu. Dünyadaki dört elemente –ateş, hava, su ve toprak–, insan bedenindeki dört huy –kan, safra, balgam ve kara safra– karşılık geliyordu. Bunlar aynı zamanda simyanın dört kutsal rengiydiler; kırmızı, sarı, beyaz ve siyah. Bedeninde hangisi baskınsa insan ona göre iyimser, öfkeli, soğukkanlı ya da içe kapanık oluyordu. Bu, yüzyıllar boyunca orijinal Hipokrat okulunun uygulamalı tıp sanatının yerini alan görünürde akla dayalı (rasyonel) bir tıp sisteminin doğmasına yol açtı. Bu teoriye dayanılarak tedavide sıcak-soğuk, ıslak-kuru gibi karşıt niteliklerin denetlenmesi yoluyla unsurların uygun dengesi sağlanmaya çalışılıyordu. Ateşi olan bir insanın soğuğa, soğuk almış birinin de sıcağa gereksinimi vardı.

Günümüzde bu teorilerin fizyolojik gerçeklerle bir ilgisinin bulunmadığını, bunlara dayanan tıbbi uygulamaların yararlı olmayacağını görmek kolaydır. Ne yazık ki, özenli klinik çalışmalarına karşın Hipokrat okulu da etkili bir tedavi yöntemi geliştirmeyi başaramadı. Teşhiste olağanüstü başarılıydılar; şiddetli ya da uygun olmayan bir

tedaviye tabi tutulmadıkça, hastanın doğanın iyileştirici gücü sayesinde sağlığına kavuşacağına inanırlardı. Böylece meslek, doğal olarak, hekimlerin tedavide daha büyük rol oynadıkları ve sanatlarını en seçkin insanların izlemeye değer bulacakları felsefe düzeyine çıkaran bir doktrini yeğledi.

4.6. ATİNA'NIN BAŞARISI

Atina'nın toplum felsefesi

Yunan düşüncesinin ikinci ve ana evresinde, bünyesinde hâlâ bilimi de barındıran felsefenin ilgisi maddi düzlemden ideal bir düzleme kaydı. Bu bakımdan Yunan düşüncesi MÖ. 5. ve 6. yüzyıllarda Atina imparatorluğundaki site devletinin gelişiminde dramatik zirve evrelerini yansıtır. ***2.45*** Bu olaylar toplumda etkili olan yeni güçleri gözler önüne serdiklerinden ve gelecek kuşaklar için Tukidides gibi tarihçilerin eserlerinde son derece açık ve kusursuz bir biçimde yazıya dökülüp ölümsüzleştirildiklerinden, günümüz bilimi ve politikası açısından hâlâ büyük önem taşırlar. Yunan düşüncesi, insanlık tarihinde ilk kez önceden tasarlanarak kurulmuş bir yurttaşlar meclisinin ortaya çıkmasıyla başlar. Bu demokrasi, muazzam yaratıcı olanaklar sunduğunu görmeye yetecek kadar uzun bir süre iktidarda kaldı. Parthenon ile Atina tragedyaları bunun hâlâ yaşayan kanıtlarıdır. Temeli köleciliğe ve yabancı toprakların sömürülmesine dayandığından, sonunda yıkıldı. Çok daha ilkel olan ve Pers altınları ile desteklenen Sparta devletinin temsil ettiği aristokrat gericiliğin saldırılarına dayanamadı.

Atina demokrasisinin yıkılışı klasik uygarlığın dönüm noktasıdır. Toplumsal yaşamın halk tarafından denetlenmesine ve zenginlerin egemenliğinin yıkılmasına bir daha asla böylesine yaklaşılamadı. O andan itibaren, bütün maddi ve hatta entelektüel başarılarına rağmen Yunan site devleti kaçınılmaz çöküşüne mahkûm oldu. Demokrasi, Demir Devri devletinin ekonomik çelişkisinden [açmazından] gerçek bir kurtuluş yolu bulmaya çok yaklaşmıştı. Demokrasinin yokluğunda geriye kalan tek çıkış yolu içerde köle sayısının artırılmasından, dışarıda ise askeri maceralardan geçiyordu. Böylece

Yunan uygarlığı bir beş yüz yıl daha dünyanın geniş bir bölümüne yayılmayı sürdürdü; ne var ki içsel gelişimi sona ermişti artık.

Gericiliğin filozofları

Yunan filozoflarının üç büyüğü Sokrates, Platon ve Aristo Atina'nın, ama çöküş dönemi Atina'sının, filozoflarıdır. Düşünce dünyasını etkileyen muazzam yetenek ve güçlerini iki özgür kentin devrimci büyüklüğünden almışlar ancak bu gücü karşı-devrimin hizmetine sunmuşlardır. Sokrates'in -hiç değilse Platon'un bize aktardığı ölçüde- Platon'un kendisinin ve Aristo'nun ortak yanları, üçünün de demokrasiyi hor görmeleridir. Bu küçümsemenin ardında demokrasiden duydukları korku gizliydi. Marx, "Filozoflar bugüne dek yalnızca dünyayı yorumlamakla yetindiler, oysa aslolan onu değiştirmektir" derken fazlasıyla hoşgörülü davranmış olsa gerek; belki de o sırada eski gözdesi Epiküros'u düşünmekteydi. Platon, oldukça bilinçli bir biçimde kendisini *dünyanın değiş[tiril]mesini* -en azından demokrasi yönünde değiştirilmesini- *önlemeye* adadı.

Sokrates ve mantık

Yunan düşüncesindeki bu idealist gericilik, *mantığın* [logic] yeni tekniği, yani sözcüklerin [belirli bir biçimde] ele alınması -logoi- yoluyla ifade edildi. Herhangi bir kimsenin yargıç olabildiği ve herkesin kendi kendisinin avukatlığını yapması gereken Atina siyaseti, şöhrete ve zenginliğe giden yol olarak görülen tartışma ve güzel konuşma sanatının gelişmesini sağladı. Bu ise sözcüklere ve onların anlamlarına dönük yeni bir ilgi doğurdu. Halkın sözcükler yoluyla denetlenmesi, çalışma yoluyla şeylerin denetlenmesinden daha kazançlı hale geldi. Profesyonel bilge adamlardan oluşan bütünüyle yeni bir sınıf -sofistler- para karşılığında, başarıya götüren bu yolu öğretmeye başladılar. Bunların en ünlüsü Protagoras, insanın ikna gücü her türlü mutlak bilgiden önce gelir demek olan "insan her şeyin ölçüsüdür" sözüyle hatırlanır. Protagoras'ın rakibi, karşısındaki kimseye bir dizi soru yönelterek kısa sürede dinleyenlerin o kimsenin konuştuğu konu hakkında hiçbir şey bilmediğini görmelerini

sağlayan bir tartışma yöntemi geliştirmiş olan Sokrates'ti. Sokrates'e göre insanların başlıca amacı, bilginin doğal bir sonucu olan bireysel iyilik ya da erdemdi. İyilik sözcüğünün gerek Yunanca karşılığı *arete*, gerek Latince karşılığı *virtus* aslında dövüşken erkeklik [yiğitlik] anlamına gelir. Ares savaş tanrısıydı. Sözcüğü yumuşatıp yurttaşlık ideali ve sonra da Hıristiyan uysallığına dönüştürmek çok uzun zaman aldı. Sokrates'e göre iyiliğe götüren yol, sadece fiziksel bilgi ya da öğrenilecek herhangi bir bilginin değil, her türlü *görüşün* reddedilerek iç *sezgiye* güvenilmesiydi. Bu bakımdan Sokrates tartışmayı [iknayı] kuşkuyla karşılayan doğal içsel bir gerçeğe güvenle bakan Çinli çağdaşı Lao-tze'ye benziyordu.

Sokrates'in kritik anlarda yardımına koşan özel bir "esin perisi" vardı. Onun kişisel görüşlerinin ne olduğunu söyleyebilmek güç; çünkü hiçbir şey yazmadı. Sokrates hakkında bildiğimiz hemen her şey Platon'un aktardıklarıdır. Sokrates olağanüstü bir konuşmacıydı ve güçlü bir kişiliğe sahipti. Gününün Atinası üzerinde muazzam bir etkisi vardı; bu ona hem sadık dostlar hem de amansız düşmanlar kazandırdı.

Halk içinden gelmesine karşın demokrasi yanlısı değildi ve hiç değilse son yıllarında zenginlerle ve soylu gençlerle içli dışlı olmuştu. Bunlardan bazıları, örneğin Alsibiades, Sparta savaşının ardından Atina kentine karşı çıkarken, Critias ve Charmides gibileri bozgundan sonra kurulan gerici otuz tiran hükümetinde yer aldılar. Bu hükümet MÖ. 403'te bir halk isyanı sonucunda dağıldı ve yerini Spartalılara, siyasi nedenlerle kimseyi cezalandırmayacakları sözünü veren bir demokrasiye bıraktı. Sokrates, işte bu hükümet zamanında dinsizlikle ve gençleri yoldan çıkarmakla suçlandı. Oysa yargılanmasının gerçek nedenleri siyasaldı. Anlaşıldığı kadarıyla düşmanları onu yalnızca sürgün etmek istiyorlardı; ancak soğukkanlı ve meydan okuyan savunması nedeniyle ölüme mahkûm edildi ve böylece felsefenin ilk ve en ünlü şehidi oldu. Kişiliğinden çok yaşam tarzı ve ölümü Yunan düşüncesinde bir dönüm noktasını oluşturdu. Bundan böyle felsefe ahlaki/etik ve doğal/fiziksel olmak üzere iki kola ayrılacak ve 2000 yıl boyunca bunlardan ilki daha büyük bir saygınlığa sahip olacaktı.

Platon

Atinalı genç ve zengin bir soylu olan Platon, demokrasinin yeniden kurulması nedeniyle politik geleceğinin pek parlak görünmediği bir zamanda Sokrates'in etkisi altına girdi. **2.5** Tüm ömrünü felsefeye adamaya karar verdi ve kusursuz bir Devlet'in ilkelerini ortaya koyarak insanları daha iyi bir yaşama yöneltmeyi amaç edindi. Bu onu felsefede idealizm yoluna götürdü ve doğrusu idealizmin gelmiş geçmiş en büyük savunucusu oldu. İlk idealist o değildi kuşkusuz; ama görüşlerini felsefi yazında bir daha eşi benzeri görülmeyecek güzellikte ve inandırıcı bir tarzda, diyaloglar biçiminde kaleme aldı. Gerçekten de anlatımındaki güzellik çağlar boyunca dile getirdiği görüşlerin çirkinliğinin görülmesini önledi. Platon'un başlıca siyasal amacı özellikle *Cumhuriyet* [Bu eser Türkçeye İdeal Devlet adıyla çevrilmiştir] ve *Yasalar* adlı yapıtlarında *aristokrasinin* -en iyi insanların- tüm eski ayrıcalıklarının sonsuza dek korunacağı ve aynı zamanda daha aşağı toplumsal katmanların da benimseyebileceği bir Devlet Anayasası hazırlamaktı. Çalışmasına esin kaynağı olsun diye, yurttaşların yolsuzluğa ve siyasal entrikalara bulaşmalarını önlemek ve köleleri [helat] ***2.48*** denetim altında tutmak için ortak bir kışla yaşamının sürdürüldüğü Sparta'ya döndü. Ne var ki Spartalıların bu çabası ilkinde olduğu gibi ikincisinde de hezimete uğramıştı. Platon Cumhuriyet'in yurttaşlarını dört sınıfa ayırdı: Muhafızlar; yönetimdeki filozoflar; savunma görevini yapan askerler ve tüm işleri yapan halk. Aile hayatından bile yoksun olan muhafızların her şeyleri ortaktı. Halka aile hayatına sahip olma lüksü tanınmıştı, ancak hiçbir güce sahip olmayacaklardı. Sınıf ayrımları kalıcıydı, sonsuza dek sürecekti. Bu görüş, Tanrı'nın insanları dört çeşit -altın, gümüş, pirinç ve demir- olarak yarattığı biçimindeki bir mite, yani "soylu yalan"a dayanıyordu.

Bu sınıflar daha önce huylar dokrininde gördüğümüz dört renk -siyah, beyaz, kırmızı, sarı- ve ayrıca Hindistan'ın ilk kastları olan *varna*lardır: Brahminler (bilgeler); Kshatryas (savaşçılar); Vaişnovalar (ekim işiyle uğraşanlar) ve Sudralar (serfler). Öte yandan Cornford, Platon'un bu katmanları sınıfsal bir bakışla değil, görevleri açısından en uygun yere göre belirlediğini öne sürmektedir. Ne var

ki Platon'un Allegori'sinden aktardığı kısım bunun yeterli bir kanıtı değildir:

> İdareciler, kendi çocuklarından madeni demir veya pirinç alaşımı olan birini bulurlarsa, hiç acımadan onu tabiatına uygun katmana göndermeli, zanaatkâr veya çiftçilere teslim etmelidirler. Bunun tersi olarak bu sınıflar, ortaya bileşiminde altın veya gümüş olan bir çocuk çıkarırlarsa, idareciler, değerine göre onu yücelterek gardiyan yapmalıdırlar. ***2.12.133***

Bu da göstermektedir ki aslında sınıflar soydan gelmedir; ancak Platon, tıpkı günümüzün İngiliz egemen sınıfı gibi, egemen sınıfın egemenliğini güvenceye almak için alt tabakalardan sınırlı sayıda üyenin sınıf atlamasına göz yummasını bilecek kadar akıllıdır.

Platon bu katı sınıf sistemi yoluyla kusursuz ve her şeyden önemlisi de sonsuza dek sürecek bir yönetim biçimi bulmayı umuyordu. Muhafızlar ailelerine değil yalnızca Devlet'e karşı sorumluydular. Maddi bir kaygıları ya da hırsları olmayacaktı. Ayrıca felsefe, matematik ve müzik eğitimi görecekler ve bu eğitim onlara iyi yüreklilik aşılayacaktı. Platon bu yolla Sparta Anayasası'na, yeni demokrasinin kentin iktidarının birkaç yıllığına bir grup kültürlü zengine bırakıldığı Perikles dönemi Atinası'nın unutulmaz zaferlerini eklemeyi umuyordu. Platon, filozof bir prens bulursa ya da bir prensi eğiterek filozof yapabilirse politik görüşlerini kabul ettirebileceğini umdu. Son çabası Siraküz tiranı genç Dionysius'u eğitmeye çalışmak oldu ama ne genç tiran ne de kraliyet meclisi üyeleri bunun için gerekli matematik eğitiminin zorluğuna dayanabildiler. Platon'un Cumhuriyet'i sonraki kuşaklarca çeşitli biçimlerde yargılandı. Ortaçağ'ın cahil krallarının ve soylularının keyfi, yetersiz yönetimleriyle karşılaştırılınca özellikle de olağanüstü genel ve ikna edici anlatımı nedeniyle, ilerici bir ideal gibi göründü. Oysa günümüzde biz onda, faşistlerin düzmece Kooperatif Devlet'inde yansımasını bulan kapitalistlerin ***2.40*** sınıf egemenliğinin sürdürülmesine dönük en sevimsiz beklentilerini görüyoruz.

Platon, ideal kentin bu ana temasını desteklemek ve bunun yanı sıra filozof gardiyanların ayrıcalıklı yaşamlarını mazur göstermek

için Pisagor ile Parmenides'in değişmez mantıksal ve matematiksel mutlak gerçekler kavrayışını yücelten görüşlerinden yararlandı. Sözcükler ve onların gerçek anlamları üzerine yapılan vurgu, sözcüklere belirttikleri şeylerden ve eylemlerden bağımsız bir gerçeklik kazandırmak eğilimindeydi. Çünkü güzelliği karşılayan bir sözcük olduğundan güzelliğin kendisi de gerçek olmalıydı. Ve aslında güzellik herhangi bir güzel şeyden daha güzel olmalıydı. Bunun nedeni güzel hiçbir şeyin tam anlamıyla [kusursuz biçimde] güzel olmaması, güzel olup olmadığının kişisel görüşe bağlı bulunmasıydı. Oysa güzellik kendisinden başka hiçbir şeyi içermez; o, değişmekte olan bu kusurlu maddi dünyada başka her şeyden bağımsız olmak zorundaydı. Aynı mantık somut şeyler için de geçerlidir: Genel olarak taş, herhangi bir taştan daha gerçek olmalıdır.

Platonik idealizm

Böylece, maddi dünyanın, bu hayatta kapatılmış olduğumuz mağaranın duvarlarında titreşen gölgelerden başka bir şey olmadığı, *ideallerin* -kusursuzluğun imgeleri- düşsel [fantastik] dünyası ortaya çıktı. ***2.38***

Üstelik Platon bu görünümlere bir açıklama getirme kaygısı taşımıyordu; onun açısından önemli olan, belirli soyut kavramların mutlak ve ölümsüz, duyusal izlenimlerden bağımsız ve yalnızca ruhun gözüyle kavranabilir olduğunu kanıtlamaktı. Bunlar, mutlak değerler üçlüsünü oluşturuyordu: Gerçek, iyilik ve güzellik. Birincisini Parmenides'e, ikincisini de Sokrates'e borçluydu; üçüncüsü ise gençlik günlerinin zengin Atinası'nın sanat sanat içindir estetizminden türettiği kendi kişisel katkısıydı. Bu mutlak *değerler* hâlâ bizimle beraberdirler. Onların duyulardan elde edilen herhangi bir bilgiden üstün ve bu bilginin ötesinde olduğu iddiası, o zaman olduğu gibi günümüzde de bilimsel araştırmaya sınır koymak; sezgisel, mistik ve gerici görüşleri desteklemek için kullanılmaktadır.

Bununla birlikte, Platon görüşlerini kendi döneminin bilimine dayanarak savundu. Aslında onları büyük ölçüde matematikten ve astronomiden -daha doğrusu astrolojiden- türetti. *Astroloji* sözcü-

ğü, yani yıldızlar hakkında akıl yürütmek [*logos*] (astro: yıldız, logos: akıl yürütme, uslamlama, mantık) Platon tarafından eski astronomi sözcüğünün, yani yıldızları yalnızca bir düzene sokmanın [*nomas*] (astro: yıldız, *nomas*: yasa düzenleme) yerine geçirildi. Astroloji daha sonra öyle kötü bir anlama büründü ki, astronomi sözcüğüne geri dönüldü. Platon, Pisagor'un sayılar ve geometrik şekillerin kozmik önemi üzerine görüşlerini benimseyip geliştirdi ve bunlarda duyulardan bağımsız mutlak gerçeğin örneğini buldu. Platon matematiğe kişisel olarak pek fazla katkıda bulunmadıysa da, matematiğe kazandırdığı saygınlık kuşkusuz gelecekte pek çok parlak beynin ilgisini bu alana çekti. Ne var ki, bilinçli olarak soyut ve düşünsel [tefekküre dayalı] kıldığından matematiği kendi kökeninden, uygulamadan ve pratik deneyimden uzaklaştırdı. Bu yüzden de cebir ve dinamik bilimlerinin gelişmelerini geciktirdi.

Astroloji

Platon matematikle astronomiyi birleştirdi ama tuhaf bir astronomiydi bu: Yıldızlar oldukları gibi değil de olmaları gerektiği gibiydi. Yaygın olan eski görüşe göre göksel cisimler, özellikle de güneş, ay ve gezegenler ilahi varlıklardı. Bu yüzden, geri kafalı insanlar göksel cisimlerin gökyüzünde gezinen ateş küreleri (*planein*)[9] olduğunu ileri süren İyonyalı filozofları dinsizlikle suçlamışlardı. Platon matematiği teolojiyle birleştirdi: Var olan delilleri hiçe sayıp gezegenlerin kusursuz dairesel hareketlerindeki düzenliliğin ve bunların kendi aralarında oluşturduğu işitilmez armoninin gezegenlerin ilahi durumunun bir işareti olduğunu söyleyerek durumu kurtardı; ne var ki bu, bilim dünyasına çok pahalıya mal oldu. Böylece Platon, insan ilişkilerindeki en ufak bir değişikliği bile nasıl yasaklamak sevdasında ise gökyüzündeki değişimleri de öyle yasakladı. İnsanın en kutsal görevi sonsuzluğu düşünmek ve onun içinde kendi ölümsüzlüğünün kanıtını bulmaktı. Platon'un felsefesi bilimin dine [inanca] yönelik meydan okumasını ortadan kaldırdı (geri aldı). Gökyüzünün kusursuzluğu postulatını ortaya atarak daha önce Pisagorcuların dile ge-

9 Planet (gezegen) sözcüğü, Türkçede olduğu gibi gezinen anlamına gelmektedir ve *planein* kelimesinden türetilmiştir.

tirdikleri "hareket eden dünyanın kendisidir" biçimindeki görüşleri unutturdu. Böylece, büyük rakibi ve ardılı Aristo'yla beraber göksel cisimlerin gerçek hareketleri konusunda insan bilgisinin gelişimini engellemiş oldu. Bu yüzden 2000 yıl boyunca fizikte gerçek bir ilerleme kaydedilememesinde de etkisi (payı) büyük oldu.

Akademi

Platon, filozof prens bulma umutları sönünce Atina'ya döndü, yakalandı. Köle olarak satılmasına ramak kalmıştı. Atina'da kırk yıl boyunca kahraman Akademus'un koruluğunda son derece seçkin bir öğrenci topluluğuna öğretilerini anlattı. Akademinin giriş kapısında "Matematik bilmeyen hiç kimsenin buraya girmesine izin vermeyin" yazılıydı. Akademideki dersler Platon'un ölümünden sonra da devam etti. Platon'un düşünceleri burada önemli ölçüde geliştirilemediyse de korundu. Arkasında Platon'un ve Atina'nın saygınlığı bulunan Akademi, MS. 525'te Justinian (Jüstinyen) tarafından kapatılana dek yaklaşık 1000 yıl boyunca ayakta kaldı. Akademi Pisagor'un mistik cemiyetinin genişletilmiş ve akılcılaştırılmış [rasyonelize edilmiş] bir biçimiydi. Yeni başlayanların katıldığı tartışmalar düzenleniyor, eğitim işi gönüllülerce üstleniliyordu. Akademi, günümüzdeki bütün üniversitelerin ve bilimsel toplulukların atası olması bakımından büyük önem taşımaktadır. Kurumun niteliğini ve karakterini belirleyen Platon'un kendisi oldu. Modern anlamda kesinlikle akademikti. Saf bilgi, neredeyse yalnızca matematik, astronomi ve müzik, yanılsama ve düzensizliklerle dolu doğanın incelenmesinden çok ders kitaplarından öğreniliyordu. Bununla birlikte, Platon'un matematiğe verdiği önem hiç değilse bir bilimsel disiplinin varlığını güvence altına aldı. Aksi takdirde kurumdaki eğitim tamamen edebi bir eğitim olarak kalacaktı. Çin eğitiminde etkisi neredeyse Platon'un Batı'daki etkisi kadar uzun süren Konfüçyüs, matematiği ihmal etmişti. Çin biliminin görece geri kalmasının nedenlerinden biri bu olabilir. Atina Akademisi'nde ideal olarak gerçeğin, iyinin ve güzelin bilgisi arandı. Daha sonra gelen Yunanlılar ve Romalılar, Akademi'yi iyi aile çocuklarına seçkin bir kariyer kazandıran kusursuz bir eğitim kurumu olarak gördüler.

Platonculuk

Platon'un etkisi Akademi'nin etkisinden çok daha derin oldu. Mistik unsurlarının korunup buna karşın matematiksel ve mantıksal yönlerinin giderek ihmal edilmesiyle giderek yozlaştırılan Platonculuk klasik zamanların sonlarındaki bütün tutucu düşüncelere nüfuz etti. Daha başlangıç evrelerindeki Hıristiyanlıkla kaynaşarak, Hıristiyan teolojinin en büyük entelektüel [düşünsel] destekçisi oldu. Akademi'nin kapatılmasının ardından Platon'un orijinal eserlerinin biri dışında hepsi unutuldu. Bunlardan en saçması, onun dünyanın oluşumu hakkındaki mitsel açıklamalarını içeren *Timaeus*'tu. Öğretisi kendisininkinden daha da mistik olan Polinus tarafından neo-Platonizm [Yeni Platonculuk] aracılığıyla sonraki kuşaklara aktarıldı. Araplar onun geri kalan eserlerinden bazılarını bulup çevirdiler. Ama orijinalleri üzerinde yeniden çalışılması ve bunların en az ilk yazıldıkları dönemdeki kadar etkide bulunması ancak Rönesans döneminde oldu. İlk hümanistlerin bilimsel olmamalarının nedeni büyük ölçüde Platon'dur. Bununla birlikte, 16. ve 17. yüzyıllarda matematiğe dönük ilginin esin kaynağı da Platon'du. Nitekim Kepler'in, Galileo'nun ve Cambridge Platoncuları aracılığıyla Newton'un düşüncelerini önemli ölçüde etkiledi.

Aristo

Başlangıçta Platon'un öğrencisi olan Aristo, ustasının ölümünün ardından akademiden ayrıldı ve MÖ. 335'te ona rakip bir felsefe okulu olan Lyceum'u [Lise] kurdu. Aristo, Trakya'da Stogira'da doğdu fakat Yunanlı Asclepiadai -cerrahlar- klanına mensuptu. Aristo'nun bilim tarihinde merkezi bir yer tutmasının çok çeşitli nedenleri vardır. Yunan siyasal yaşamında bir dönemin zirvesi ile sonraki dönemin başlangıcı arasında kalan bir zaman diliminde yaşadığından, özgür Yunan kentlerinin tüm bilgilerini toplayacak ve derlediği bilgileri bu kentleri yıkan imparatorluklara aktarabilecek bir konumdaydı. Hayatının büyük bir bölümünde kentlerden ve krallardan özel bir destek gördü ve önüne çıkan fırsatlardan gereğince yararlanmasını bildi. Gelmiş geçmiş hiçbir filozof ya da bilim insanı -kendisinden önce ve

sonra- bilimsel alanda onun kadar verimli ve çok yönlü olmamıştır. Üstelik eserlerinin çoğu başlangıçta, Akademi düşünce alanında ne kadar etkinse gerçekleri araştırma bakımından o kadar etkin olan Lise aracılığıyla elden ele geçerek sonraki kuşaklara aktarıldı ve yine bu kurumda uzun yorumlarla [şerhlerle] genişletilip zenginleştirildi.

Aristo ahlakçı bir filozof olmaktan çok bir mantıkçı ve bir bilim insanıydı. Sokrates'in ve Platon'un yüce gönüllü reform arzusundan yoksundu. Daha sonraki kuşaktan olduğundan, Platon'un toplumsal görüşlerinin köhneliğini fark etti. Platon'un filozof prensi Sirükuzalı genç Dionysus, Platon'un düşlediği soylu cumhuriyeti kurmaya ne yetenekli ne de istekliydi. Aristo'nun kendisinin de MÖ. 343-340 yılları arasında öğretmenliğini yaptığı bir filozof prensi vardı ama o, bir Yunan sitesini yönetmekten çok büyük bir Makedon askeri imparatorluk kurmayı hayal ediyordu. Bu filozof prens genç İskender'den başkası değildi.

Aristo eldeki ile yetinmesini bilen, tüm diğer filozoflardan daha sağduyulu ve âdeta sıradan bir filozoftu. Devleti değiştirmeye gerek görmedi. Halk için gerekli olan, ılımlı bir yolun izlenmesiydi, o zaman işler yolunda giderdi. Bu, onun ünlü etik teorisinin temelini oluşturan *ortalama* öğretisiydi -ne çok fazla ne çok az.

Sınıflandırma ve formel mantık

Aristo'nun *mantık*, *fizik*, *biyoloji* ve *beşeri bilimlere* büyük katkıları oldu. Daha doğrusu tüm bu bilim dallarını resmi disiplinler olarak kuran odur. Hatta o, bu bilimlere onlarla uyuşamayacak olan *metafiziği* de ekledi. Onun en büyük ama aynı zamanda en tehlikeli katkısı, bütün eserlerinde görülen ve *Mantık*'ının temelini oluşturan *sınıflandırma* düşüncesiydi. Hâlâ kullanmakta olduğumuz, şeyleri farklılıklarına ve benzerliklerine göre tasnifetme yöntemini bulan değilse de geliştiren ve sistemleştiren oydu. Sorduğu sorular şunlardı: şey neye benzer? -cins. Peki, kendisine benzeyen şeylerden nasıl ayrılır? -tür. Onun ünlü söz hilesi, *sillogizm*, "Bütün insanlar ölümlüdür. Sokrates bir insandır. O halde Sokrates ölümlüdür" tanımı, sanki özeli bilmeden geneli bilme olanağı varmış gibi bugün bile mantık olarak öğretilmektedir.

Aristo ilk büyük ansiklopediciydi. Yaşadığı çağda doğanın ve insan yaşamının ilgi duyulan tüm yönlerini açıklamaya çalıştı. Üstelik kendinden sonra gelen pek çok ansiklopedicinin yapamadığını yaptı ve görüşlerini düzenli bir biçimde ortaya koymayı başardı. Düzeni, kendisinden önceki düşünürlerden miras almıştı. Dört unsur -*ateş*, *hava*, *su* ve *toprak*- sistemini alıp dünya ve ve ay arasında kalan bölge için etkili bir biçimde yasalaştırdı. Daha üst bölgeler için bunlara beşinci bir unsuru, bir şeyin en mükemmel örneği olan *eteri* ekledi.

[Aristo'ya göre] Kara, hava ve su, her biri olması gereken yerde ve kendine uygun biçimde bulunan canlıları barındırmaktadır. Her birey doğar ve ölür, çoğalır ve çürür; ancak biçim hiç değişmeden kalır. Aristo, dünyanın nasıl oluştuğu [yaratıldığı] üzerine kafa yormayı reddederek İyonya okulundan kesin bir biçimde ayrıldı. Dünya her zaman şimdi olduğu gibiydi; çünkü onun için olması gereken makul -usa uygun- biçim buydu. Bir yaratma eylemine gerek yoktu. Aristoculuk Katolik Kilisesi'nin felsefi temeli olarak kabul edildiğinde bu görüş sıkıntı yaratmadı değil; ne var ki başlangıca ani bir yaradılış, sona da ani bir yok oluş eklenip aradaki her şey olduğu gibi bırakılarak kolayca bunun üstesinden gelindi.

Aristo fiziği

Aristo'ya göre dünyayı anlamanın anahtarı *fizik*ti. Ancak onun fizik sözcüğüne yüklediği anlam bizimkinden -cansız maddelerin hareket yasaları- farklıydı. Ona göre *fizik*, yani herhangi bir varlığın doğası tam tersine o varlığın nasıl bir gelişim gösterme eğiliminde olduğu ve nasıl davrandığıydı. Aristo, tıp eğitimi almış olması ve biyolojiye duyduğu ilgi nedeniyle dünyadaki her şeyi canlı olarak kabul ediyordu. O, fizik sözcüğünü aşağıdaki dizelerde *doğa* sözcüğünün aldığı anlamda kullandı:

Bırak köpekler havlamak ve ısırmaktan zevk alsınlar
Bu onların doğasıdır.

[Aristo'ya göre] Bilimsel araştırmanın amacı, her şeyin doğasını bulmaktır. Taşların neden yere düştüğünden tutun, bazı insanların neden köle olduğunu açıklayacak kadar kapsamlı olmak zorundadır.

Her durumda yanıt aynıdır: "Bu onların doğasıdır." Doğrusu bu yanıt, "Allahın takdiri böyle imiş" demekten farksız ve bir o kadar kapsamlıdır; ama Aristo'nun söylediği haliyle kulağa biraz daha bilimsel gelir. Butler'in daha sonra gelen filozoflardan Hudibras için söylediği gibi:

Neyin ne olduğunu bilir o,
Ve bu bilgi
Metafizik aklın uçabileceği kadar yüksektir.

Aristo, *Fizik* ve *Gökler Üzerine* adlı eserlerinde bu yöntemi kullanır. Ne var ki bizim fiziksel evren adını verdiğimiz bu alan Aristo'nun yönteminin en son uygulanabileceği alandır. Açıklaması Platon'unkinden daha inandırıcı olmadığı gibi, onun duygusal gücünden ve matematiksel cazibesinden de yoksundur. Fakat Aristocu büyük mantıksal evrenin parçası olduğundan evrenin yapısı üzerine Yunan düşüncesinin sonraki çağlara aktarılan temel üslubu söz konusu bu yöntem oldu. Özellikle fiziğin gelişimi bakımından büyük bir şanssızlıktır bu. Aslında İncil'den çok Aristo'dan türetilen doktrinler, ancak Gioardano Bruno yakılıp Galileo mahkûm edildikten sonra alt edilebildi. Doğrusu bilimin bundan sonraki tarihi, birbiri ardına tüm alanlarda Aristo'nun alt edilmesinin tarihidir. Gerçekten de Ramus, ünlü 1536 tezinde, "Aristo'nun öğrettiği her şey yanlıştır" derken fazla abartmış sayılmaz.

Ereksel nedenler

Aristo, kendi fiziksel dünyasını, boyun eğmenin doğal [bir durum] olduğu ideal bir dünya imgesi üzerine kurdu. **2.17.135** Bu dünyadaki her şey kendi yerini biliyor ve genellikle orada kalıyordu. Doğal hareket ancak bir şey yerini kaybedip tekrar oraya dönme eğilimi gösterdiğinde gerçekleşiyordu -söz gelimi havadaki ya da sudaki bir taş, gerçek yeri olan toprağa kavuşmak için düşüyor; alevler göklerdeki ateşlere karışmak istediklerinden yukarı doğru süzülüyorlardı. Bu, yalnızca kendilerine özgü doğal hareketleri olmayan nesneler için geçerliydi. Kuşun doğası havada uçmak, balığınsa suda yüzmekti. Bu, kuş ve balıkların *var oluş nedeniydi* aslında. Burada Aristo'nun temel düşüncelerinden birini görebiliriz; ona göre orga-

nizmalara, hatta maddelere bile uygun *hedeflere* varabilmeleri için *ereksel nedenler* bahşedilmişti. Aristo, maddi destek sağlayan *maddesel neden* ve iş görülmesini sağlayan *etkisel neden* gibi diğer nedenleri de kabul ediyordu fakat bunlar ereksel nedenlere oranla daha alt derecede idiler. Bu ereksel neden öğretisi bilime düpedüz sövmek demektir. Çünkü herhangi bir fenomeni, o fenomenin nasıl işlediğini (gerçekleştiğini) ortaya çıkarma zahmetine girmeksizin, söz konusu fenomen için uygun bir hedef postulatıyla açıklamak gibi ucuz ve kolaycı bir yöntem sunmaktadır.

Hareket ve boşluk

Bilimde ereksel nedenlere karşı yürütülen savaş çok uzun sürdü; henüz kesin bir zafer elde edildiği de söylenemez. Aristo'ya göre doğal hareket erekseldir; tüm diğer hareketler bir hareket ettiriciye gerek duyar -örneğin savaş arabasını bir at çeker, köle kürek çekerek kadırgayı yürütür ya da kendisi hareket etmeyen bir hareket ettirici gök cisimlerinin dış küresini hareket ettirir. Peki, ama yaydan fırlatılan bir okun hareketi gibi şiddetli hareketlere ne demeli? Bu, Yunan fiziğini uzun süre uğraştıran, yanıtlanması güç bir soruydu. Sonunda Zenon, dâhiyane bir mantık yürüterek okun kesinlikle hareket edemeyeceğini kanıtlamıştı. Aristo çözümü buldu: Hareket ettirici, havaydı. "Hava ön taraftan [okun ön tarafından] açılır, arka taraftan kapanır."

Bu yanlış, bilimin gelişimini en az kendisi kadar engelleyen bir başka yanlışa yol açtı: şiddetli hareket için hava gerekiyor ve şiddetli hareket bu dünyanın sınırları içinde gerçekleşiyorsa, dünyanın çevresi hava ile dolu olmalıydı; dolayısıyla *boşluk* [vakum] olanaksızdı. Tasım kusursuz, ne var ki küçük önerme yanlış olduğundan bütün bir sav geçersizdir. **2.7.69** Aristo, ilkiyle çelişen başka bir tartışmaya girer: "Hava harekete karşı direnç gösterdiğinden, hava geri çekildiğinde cisim hareketsiz kalacaktır. Çünkü gidebileceği bir yer yoktur. Ya da eğer hareket ettirilirse sonsuza dek hareketini sürdürecektir. Bu saçma olduğundan boşluğun var olması olanaksızdır." Burada Aristo'nun neredeyse kelimesi kelimesine Newton'un hareket yasa-

larından birincisini yazdığını ve bunu başının birkaç mil üzerinde bulunan bir şeyin olanaksızlığını kanıtlamak için *a priori* [önsel] bir yadsıma olarak kullandığını görmek ilginçtir. Ancak, her ne olursa olsun boşluktan kurtulmak gerekiyordu; onu kabul etmek, doğrudan doğruya atomculuğa ve tanrı tanımazlığa giden yola girmek demekti. "Doğa boşluktan nefret eder" doktrininin pratik kaynaklarından biri, sonradan emme-basma tulumbaların yapılmasına yol açacak olan, sıvıların emilerek yukarı çekilmesi deneyimleriydi. Sonunda Toriçelli'nin boşluğu kanıtlamasını da emme-basma tulumbanın yetersizliği sağladı.

Biyoloji: Doğa tablosu

Aristo'nun kapsamlı ve nitelikli biyolojik gözlemleri, fizik alanındaki yetersizliğini ve dar kafalılığını bir ölçüde dengeledi. Hayvanların sınıflandırılmasına ve anatomisine yaptığı katkılar günümüze dek diğerlerine oranla pek fazla ilgi görmedi; dikkat çektiklerinde ise bunlardan yararlanabilmek için artık çok geçti. Ereksel nedenler organizmaların kendilerini çevresel koşullara başarıyla uyarlamalarının bir ifadesi olduğundan, biyoloji açısından daha akla yatkın görünmektedir -"Ooo, büyükanne, ne kocaman dişlerin var!" "Seni yemek için yavrum." Kötü koca kurt kusursuz bir Aristocu olduğu gibi, hiç de fena bir çevreci [ekolojist] sayılmaz. Ne var ki ereksel neden anlayışının biyolojide bile son derece sersemletici etkileri oldu. Araştırmalar, bir organ ya da organizmanın amacını saptamaktan ibaret oldu.

Aristocu biyolojinin kılavuzu, "doğada her şeyin kusursuzluğa ulaşmak için çabaladığı ve bu kusursuzluğa farklı derecelerde ulaşıldığı" görüşüdür. Bu, Aristo'nun en altta mineraller, onun üzerinde bitkiler, onun üzerinde çok daha *mükemmel* hayvanlar ve en üstte de insanların bulunduğu bir Doğa Cetveli çizmesine yol açtı. Bu cetvelin evrimi ima ettiği düşünülebilir; oysa Aristo dünyada hiçbir şeyin gerçekte değişmediğinden emindi. Türler kusursuzluğa -ya da bunun tersine- giden yolda birer kilometre taşı olmalıydılar. Aristo bir hayvanı kusurlu bir insan, balığı ise kusurlu bir hayvan olarak görme

eğilimindeydi; bunun tersi değil. Muazzam otoritesi Tekvin'inkine eklenince evrim düşüncesini 2000 yıldan daha fazla geciktirdi. Kusursuzluğun farklı dereceleri görüşü, bir başka bakımdan işe yaradı: Kimi insanların doğuştan efendi, kimilerininse doğuştan köle olduğu inancını doğrulamakta kullanıldı. Köleler bu görüşü kavrayamayacak kadar doğal niteliklerinden uzaksalar eğer, onları köleleştirmek için yapılan savaşlar haklı görülüyordu.

Madde ve biçim

Efendi ve köle, düzen ve itaat anlayışı Aristo'nun düşüncesine baştan sona egemendi. O, bunu Platon'un ideallerinden uyarladığı *madde* ve *biçim* kavramlarıyla ifade eder. Madde kabadır, ayırt edilemez; biçim ona akıl (*nous*) tarafından yüklenir. En kaba madde bile her biçime girme *potansiyeline* sahiptir. Biçim kusursuzluk hedefini temsil eder ama bu hedefe her zaman ulaşılamayabilir. Bir heykel yapılırken örneğin, madde edilgendir ve bir noktaya kadar uysaldır. Fakat zaman zaman tepki verdiği de olur; çekici kırar ya da heykeltraşın vermek istediği biçime girmeyi reddeder. Maddenin bu tepkiselliğinin bir sonucu olarak yeryüzündeki hiçbir şey kusursuz değildir. Her bir nesne *rastlantısal* özelliklere sahiptir; *madde* ve *şans*, akılcı *amaca* ulaşılmasını önler.

Töz ve öz

Aristo'nun *biçimleri*, *evrensel* olmamaları ve her birinin belirli bir hayvan veya eşyayı ifade etmesi nedeniyle Platon'un *idealarından* ayrılır. Aristo'nun terminolojisinde biçimler tözseldir. *Töz* [substance] sözcüğü Aristo açısından modern bilimde olduğundan daha farklı bir anlam taşır. Bir şeyin kendisinden başka bir şey olmadığını belirten metafizik bir karaktere sahiptir. Özgünlüğün korunması koşuluyla değişime bir ölçüde izin verirken, her tözün bir özü bulunduğu düşüncesine dayanır: Tözsel olarak bir adamın iki bacağı vardır ama bunlar onun özünün bir parçası değildir. Çünkü bacaklarından birini hatta her ikisini birden kaybetse bile yine aynı adam olarak kalır. Öz ve *potansiyellik* düşünceleri biyolojik karakterlerdir; bir türe ait olan

bireyin ulaşabileceği alt ve üst sınırları bildirirler. Birincisinde birey yalnızca varlığını sürdürür; ikincisindeyse tüm gücünü ortaya kor.

Potansiyellik düşüncesi, biçimlerin kusurludan kusursuza doğru evrimi düşüncesine kapı aralar. Parmenides ve Platon izlenerek kusursuzluk daima daha yüksek ve değişmez olarak düşünülmüştür. Canlı varlıklar duyularla algılanabilir ve bozulabilirler. Onlardan biri üst aşamada bulunan göksel cisimleri duyularla algılanabilen ama bozulmayan varlıklardır. Daha üstteki *akılcı ruh* ne duyularla algılanabilir ne de bozulur. En üstte bulunan Tanrı ise, tüm tözlerin en değişmez ve dolayısıyla en gerçek olanıdır. Kendi potansiyelinin bütünüyle farkındadır ve onu tam olarak kullanabilir.

İnsan ve tanrı

Böylece, Aristo'nun yapıtı toplumsal bir hayvan *-zoon politicon-* olan insana ve onun da ötesinde Tanrı'ya uzanarak taçlandı. Philaous'un öğretisi izlendi; buna göre insan kendi içinde üç ruhu barındırıyordu: Bitki ruhu, hayvan ruhu ve akılcı ruh yani *nous*. Bu sonuncusu yalnızca insana özgüydü. Her bir ruhun -itici gücü olan- *hedefi*, kendi *mükemmelliğine* erişmek için çabalamaktı: *Bitkisel* ruh *büyümek*; *hayvansal* ruh *hareket etmek*; *akılcı* ruh ise derin düşünmek içindi. Akılcı ruhun kusursuzluğa ulaşması, çok daha kusursuz bir şey için çaba göstermesi demekti. Bu şey, tüm bir evrenin *hareket etmeyen hareket ettiricisi* olan ve aynı zamanda Aristo metafiziğinin odağını ve sınırlarını oluşturan Tanrı'dan başkası olamazdı. Özlem ve sevgi yalnızca yukarıya doğru yönelebilirdi: "Gördüğümüz en yüksek şeyi sevmemiz gerekir"; köle efendisini, kadın kocasını ve insan Tanrısını böyle sevmelidir. Aşağıya doğru sevgi gereksizdir. Ortaçağların din bilginlerine Aristo'yu böylesine sevdiren ve onun felsefesiyle İncil'deki yaradılış öyküsü arasındaki çelişkiyi görmezden gelmelerini sağlayan, onun bu tanrımerkezci [teosentrik] yargısıydı.

Bir bütün olarak ele alındığında Aristo'nun felsefi sistemi, hali vakti adamakıllı yerinde bir yurttaşın deneyimini ve tutumunu fevkalade ve kapsamlı bir biçimde rasyonelize eder; yani ona mantıksal bir kılıf giydirir. Bunu ancak, olağanüstü bir çalışmayı sarsılmaz bir

özgüvenle birleştiren bir zekâ yapabilirdi. Aristo'nun dehası felsefenin bütünden kopuk parçalarında görülmez. Kişisel olarak yaptığı birkaç biyolojik araştırma dışında bunların hiçbiri orijinal değildir. Gelgelelim, neyi ödünç almışsa bunu en iyi bilenden almıştır. Kusursuz dehası kavrayış gücünden, derinliğinden, düzenliliğinden ve mantığı sayesinde sisteminin bütününe kazandırdığı birlikten ileri gelir.

Tam bir kavrayışa erişebilmek için Aristo, gelecek açısından son derece umut verici bir yenilik daha yaptı: Tüm çalışmayı tek başına yürütmek ya da -Akademi'de olduğu gibi- onu meslektaşlarıyla tartışmak yerine, *araştırmalar düzenledi.* Aristo'nun genç öğrencileri, muhtemelen İskender tarafından mali yönden desteklenen Lise'de, edebiyatın toplumsal ve doğal biçimlerinden kentlerin kuruluşuna, bitki ve hayvanlardan taşlara varıncaya kadar hemen her konuda bilgi topladılar. Bugün Yunan yaşamı ve düşüncesi hakkında sahip olduğumuz en değerli ve sistematik bilgiler bu çalışmalar sayesinde bize ulaştı. Daha da değerli olanı bu çalışmaların uygulanmasıdır. Nasıl ki Akademi ilk üniversite ise Lise de ilk araştırma enstitüsüdür.

Aristo'nun etkisi

Önümüzdeki bölümde (4.7) görüleceği gibi, Aristo'nun araştırma yöntemi ile elde edilen bilgiler, kısa sürede filozofun düşüncesinde temel bir yer tutan ereksel nedenler de içinde olmak üzere, daha önce vardığı pek çok yargının dayandığı temelleri yıktı; düşüncelerinin çoğunun yanlış olduğunu ortaya çıkardı. Gerçekten de birçok konuda Aristo'nun görüşleri, o daha bunları ileri sürmeden önce geçerliliğini yitirmişti. Bununla birlikte, Arap ve Ortaçağ düşüncesi üzerindeki etkisi bu sınırlılığa rağmen, belki de bu sınırlılık nedeniyle çok büyük oldu. Yunan biliminin daha nitelikli adımları ya tamamen yok olup gitti ya da -Arşimet'in çalışmaları gibi- Rönesans'a kadar değeri bilinmeden bir köşede unutulup kaldı. Bunları ancak çok iyi eğitim görmüş, kavrayış gücü yüksek okurlar anlayabilirdi; ne var ki Karanlık Çağlar'da böyle okurlar bulmak hiç de kolay değildi. Oysa ağır olmalarına karşın Aristo'nun eserlerini anlamak

için sağduyudan başka bir şey gerekmiyordu ya da hiç değilse öyle görünüyordu. Hitler gibi Aristo da hiç kimseye daha önce inanmış oldukları dışında yeni bir şey söylemedi. Gözlemlerinin doğruluğunu saptamak için herhangi bir deney ya da aygıt; bunlardan sonuçlar elde etmek için ağır matematiksel işlemler; derinlerde saklı bulunan özü kavramak için mistik sezgiler gerekmiyordu. Doğrusu Platon imgeleme [hayal gücüne] daha çok başvurmuştu; moral coşkusu çok daha yüksekti. Oysa Aristo, insanlara dünyanın tıpkı bildikleri gibi olduğunu anlattı. Tıpkı Moliére'in *Kibarlık Budalası*'ndaki M. Jourdain gibi insanların hepsi, kendileri farkına varmasalar da filozoftular. Dünya aynı kaldığı sürece Aristo geçerliliğini koruyacaktı. Ama göreceğimiz gibi, dünya aynı kalmadı.

Birlikte ele alındıklarında Aristo'nun çöküş döneminin en büyük filozofu olması, İyonyalı filozoflarla başlayan bilimsel hareketin kesin bir duraklama içine girdiğini göstermektedir. Toplumsal düzen artık ilerleyemeyecek bir durumda olduğundan, doğanın kendisinin değişip geliştiği düşüncesi yadsındı. Felsefe ilerici olmaktan çıktı; aynı gericiliğin bir parçası haline geldi. Materyalist de değildi artık. Onun yerini, Sokrates ve Platon'daki mistik biçimi ya da Aristo'nun tutucu sistemi içindeki haliyle idealizm aldı. Felsefe, yaşamın olduğu gibi benimsenmesini öğretir oldu; yaşamı çekilmez/katlanılmaz bulanlara acılarının kaçınılmaz ve doğanın büyük düzeninin bir parçası olduğunu söylemekten başka önereceği bir şey yoktu. Böyle bir felsefe, pekâlâ bir din olma yoluna girmişti artık; yalnızca üst sınıfların çıkarlarına hizmet eden bir din.

4.7. İSKENDER İMPARATORLUĞU

Helenistik bilim

Bununla birlikte, genel bilimsel görüşlerdeki duraklama pratik bilimin sonu demek değildi. Tersine bu olgu ona büyük bir itici güç oldu. Doğa ve toplum sorunları hakkında Aristo ile Bacon ve Descartes arasında geçen zaman boyunca büyük kapsamlı bir [düşünsel/bilimsel] atılım olmadığı gerçektir. Ne Ortaçağ'ın skolâstik düşünürleri ne de Araplar onlardan [Sokrates, Platon ve Aristo'dan] daha üs-

tündüler; kaldı ki böyle bir iddiaları da yoktu. Ne var ki, Yunan matematiğinin, astronomisinin, mekaniğinin ve fizyolojisinin ayrıntılı başarılarının pek çoğu bir sonraki çağda; yani İskender zamanında diğer bir deyişle Helenistik Çağ'da gerçekleşti. Bunun nedeni insanların kişisel özellikleri olamaz. Sonraki Yunanlılar da hiç değilse öncekiler kadar zekiydiler. Neden, toplumsal alanda genel yaratıcılığı dizginleyen ama sınırlı alanlardaki ilerlemeyi ve pratik uygulamalardaki gelişmeyi kamçılayan toplumsal koşullarda aranmalıdır.

Atina'nın düşüşünü izleyen yüzyıl içinde meydana gelen büyük politik ve ekonomik değişim, birbirlerine rakip olan bağımsız site devletlerini birleşmeye, yeni büyük kara imparatorlukları kurmaya zorladı. Makedonyalı Phillip ile İskender'in çok kısa sürede elde ettikleri başarı bu değişimde ne kadar geç kalınmış olduğunu gösterir. Siteler kendi içlerindeki sınıf savaşımları nedeniyle çok fazla zayıflamışlar ve karşılıklı kıskançlıklar (düşmanlıklar) yüzünden etkili bir direnç gösteremeyecek kadar bölünmüşlerdi. İyi eğitimli, güçlü silahlarla donanmış paralı askerlerden oluşan yeni tip ordular istedikleri yere gidebiliyorlardı. Eski Pers İmparatorluğu'nun, soyluların komutası altında bulunan ve çoğunluğu eğitim görmemiş köylülerden oluşan toplama birlikleri, sayıları ne kadar çok olursa olsun bunlarla boy ölçüşemezdi.

Makedonyalıların üstün gelip ele geçirdikleri Yunan tipi uygarlık, diğer bütün yönlerden de ezip geçtiği eski uygarlıklardan üstün olduğunu kanıtladı. Teknikte, örgütlenme yeteneğinde, bilgide, sanatta Yunan tarzı ortaya çıktığı her yerde kendini kabul ettirdi. Yunan tüccarları ve yöneticiler orduyu izlediler; içlerinde Yunanlılar genelde azınlıkta kalsalar da ilk ve en ünlüsü Mısır'daki İskenderiye'den en uzakta bulunan Afganistan'ın Eschata bölgesindeki İskenderiye'ye kadar gittikleri her yerde Yunan tipi kentler kurdular. Yunan etkisi buralarla da sınırlı kalmadı; İskender imparatorluğunun çok çok uzaklarına kadar yayıldı. Uzakdoğu'da mesafenin uzun olması etkisini zayıflattıysa da Budist Asokra'nın ilk Hint imparatorluğu, İskender'in akınının dolaysız bir sonucuydu. Ayrıca Yunan sanatı, felsefesi ve biliminden bir şeyler Budizmle birlikte Çin'e kadar ulaştı. Çin'de de aynı dönemlerde benzer fakat tamamen bağımsız bir ha-

reketlenme görülmekteydi. MÖ. 221'de yarı-barbar Çin devletinin hükümdarı, Demir Devri'ne özgü ilk Çin İmparatorluğu'nu silah zoruyla kurdu. İmparatorluk efsanevi ilk imparatorun ismiyle anıldı: Hwang Ti. Hwang Ti'nin hanedanlığı değilse bile kurduğu imparatorluğun birliği çok uzun sürdü. Yüksek bir uygarlık düzeyine sahip bulunan Hwang imparatorluğu tüm klasik dönem boyunca Pers ve Hint imparatorlukları ile sınır komşusu oldu.

Helenizmin Batı'daki etkisi daha büyük oldu, çünkü yerini alacağı yerel kültürler pek fazla değildi. Kısmen Asya'dan gelen Etrüsklerin kendi kültüründen kısmen de kıyı bölgelerindeki Yunan kolonilerinin kültürlerinden etkilenen Latin kabileleri hızla Helenleştirildiler. Bir kent, Roma, Etrüsklü krallarını kovarak diğerlerinden dişli çıktı. Roma, fırtınalı bir iç çekişme döneminin ardından plütokratik [zengin erkli] bir cumhuriyet olarak sahnede yerini aldı. Bu cumhuriyet daha sonra tüm bölgeyi egemenliği altına alacak olan Roma İmparatorluğu'na dönüşecekti.

Helenistik kent ve Makedonya imparatorlukları

Helenistik kentler birçok bakımdan kendilerine modellik eden Yunan kentlerinden ayrıldılar. Önce, onlarda zaten var olan sınıf ayrımına, Yunanca konuşan memur ve tüccar sınıflarıyla yerliler arasındaki ırk veya kültür ayrımı da eklendi. Güney ve doğudaki bu yerliler, siyasi bakımdan baskı altında olsalar da kendilerinin Yunanlılarınkinden de eski ve hiçbir bakımdan onlarınkinden aşağı kalmayan bir kültürleri olduğunun bilincindeydiler. Bu ayrım giderek yumuşadıysa da eski kültürlerin kendilerini dinsel bir biçimde yeniden teyit ettikleri Klasik Çağın sonuna dek sürdü. İkinci olarak, kentler bağımsız değildi; Mısır'da Ptolemilerin, Suriye'de Antiochidlerin ve Küçük Asya ve Yunanistan'daki çeşitli hanedanların değişkin sınırlı imparatorluklarının bir parçasını oluşturuyorlardı. Bu, kısmen de olsa, tanrısal kralıyla, sarayıyla ve önceleri Makedonyalılardan, sonraları ise ücretli, ücretsiz her türlü yerli askerlerden oluşan ordusuyla eski düzene dönmek demekti. Vatandaşları zalim, hatta daha kötüsü yeteneksiz kralların elinde acı çekiyorlar ama hiçbir şey yapamıyor-

lardı. Geçerli kararlar ya sarayda ya da savaş meydanında alınıyordu. Böylece herkes, para kazanmak ve hayatın tadını çıkarmak peşinde koşmaya başladı. Fakirler, yerliler ve köleler ise zorlukları ellerinden geldiğince sineye çekmeye uğraşıyorlardı. Sonuç, toplumun insanlık tarihinde eşi görülmemiş bir ölçüde bölünmesi oldu. Vatandaşlar çok üstün bir kültür geliştirmek fırsatını ellerine geçirmişlerdi ama bu kültür daha başlangıçta kısır kalmaya mahkûmdu.

Tevekkül felsefeleri

Helenizmin yayılması, kültürel iç gelişmenin durması pahasına gerçekleşmiştir. Sanat, tiyatro, edebiyat ve siyasetteki son Yunan başarıları, özellikle Atina'nınkiler, yerinde bir deyimle dondurulmuştu. İyi örnekler, hafif abrtılı ve duygusal Helenistik bir stilde taklit edildiler, eleştiri ve yorum gelişti ama ortaya yeni ve büyük hiçbir şey çıkarılamadı.

Felsefede, Demokritus, Platon veya Aristo okullarının hiçbir gerçek izleyicisi yoktu. Zaten bilimden ayrılmış olan felsefe, İskender'den so nra siyasal hayattan da ayrılmış ve hemen hemen sırf ahlaksal olmuştu. Vatandaşlar şimdi istedikleri kadar zenginleşebilirlerdi ama sarayın lütfu öyle ortaya çıkmazsa devleti yönetmekte rol alamazlardı. Felsefe, şimdi, siyasal bakımdan acizleşmiş insana; ekonomik bakımdan emin olmayan ve savaşların hüküm sürdüğü bir dünyayı benimsetme çabalarına yönelmişti. *Kinistler* ve *kuşkucular* olaylar karşısında vurdumduymazlıkla omuzlarını silkiyorlardı. *Stoacılar*; temeli erdemin değerine olan inanç ve yıldızların tayin ettiği değişmez bir alınyazısının hükmettiği bir dünya olan görüşleriyle bir kayıtsızlık örneği veriyorlardı. *Epikürcüler*, insanlara, hayatın tadını mümkün olduğu kadar çok çıkarmalarını telkin ediyorlar ve onları zevke giden en emin yolun erdem olduğuna ve titreşen atomlardan oluşan bu dünyanın çok uzağında yaşayan tanrılara fazla kafalarını yormamaları gerektiğine inandırmaya çalışıyorlardı. 2.4. Antik dünyanın felsefesi, Gnostiklerin ve Neoplatonistlerin mistisizminde yok olacak, bir çağın bitip bir diğerinin başladığı bir zamanda, sesi, Boethius'un *Teselli*'sinde (Consolation) son defa yankılanacaktı.

Filozoflar ağdalı dilleriyle tuzu kuru egemen sınıfların dinini temsil ediyorlardı. Gerçekten de mazlum sınıfların daha kaba, ama çok daha canlı dinlerinin anlatımı, bunlar iktidarı ele geçirir geçirmez, filozofların sağladığı bir entelektüel dilde gerçekleştirildi.

Helenistik bilim

Genel entelektüel [düşünsel] çöküşün tek istisnası, birkaç yüzyıl boyunca doğa bilimlerinin gösterdiği gelişmeydi. Gerçekten de belirli alanlarda, özellikle matematikte, mekanikte ve astronomide yaratıcı düşüncenin dikkate değer yeni bir atılım gösterdiğine tanık olundu. Bu atılım büyük ölçüde İskender'in fetihlerinin ekonomik ve teknik sonuçlarının ürünüydü. Yunan ticareti için o ana kadar bildiğinden çok daha geniş bir dünyanın kapısını ardına kadar açarak bir süre için de olsa Yunan site devletinin yoksullarla kölelerin içinde bulundukları feci koşullara bağlı tüketim azlığından kaynaklanan kronik krizi dindiren yeni bir pazar yarattı. Metalar için ihracat pazarı [dış pazar] hâlâ sınıfsal bir kısıtlamaya tabiydi: Yalnızca işlenmiş gümüş, çanak çömlek, üfürme cam, papirüs, boyanmış kumaş, desenli tekstil ürünleri vb. gibi zenginlerin satın alabilecekleri mallar ihraç edilebiliyordu; fakat pazar, bu malların çok büyük miktarlarda üretilmesini gerektirecek kadar büyüktü. Bu durum, işçi kentlerinin hızla artmasına yol açtı; kölelerle rekabete giren ücretli imalat işçilerinin ücretleri oldukça düşmüş, yaşam koşulları kötüleşmişti. Aynı zamanda, tek bir hükümetin yönetimi altında bulunan geniş alanlarda bu tarım-dışı nüfusu besleyebilmek için temel gereksinimlerinden oluşan sınırlı bir deniz ticaretini, özellikle de tahıl ticaretini desteklediler. Böylece, yalnızca imalat alanında değil çok sayıda kölenin ekip halinde çalıştırıldığı tarımda da teknik ilerlemelere yol açtı. Yöneticiler ve onların bilimsel danışmanları bu tür teknik ilerlemelerle yakından ilgileniyorlardı. İmparatorlukların sürekli birbirleriyle savaş halinde olmaları yeni teknikleri gerekli kılan diğer -hatta daha baskın- bir nedendi. Bitmek bilmeyen savaşlar çok daha gelişkin makinelere olan talebi sürekli kılıyordu. Helenistik devletlerin Makedonyalı hükümdarları, kendilerini devirip yerlerine geçecek olan Romalıların tersine Yunan eğitiminin

saygın atmosferi içinde yetişmişlerdi. Yunan öğretisine yalnızca izin vermekle kalmadılar, aynı zamanda bütün branşlarda onun gelişimini teşvik ettiler. Bu durumdan en kazançlı çıkan felsefe ve edebiyattan çok Yunan bilimi oldu.

İskenderiye Müzesi

Yunan biliminin gelecek çağların bilimine en büyük katkısı, büyük ölçüde erken Helenistik -İskender- döneminde (MÖ. 330-200), en çok da İskender'in ardıllarının yeni imparatorluklarının -Batlamyus İmparatorluğu- kenti olan İskenderiye'de yapılan çalışmalardan elde edildi. Yunan bilimi eski Asya kültürlerinin -Mısır ve Mezopotamya kültürlerinin yanı sıra kısmen Hint kültürünün de teknik ve bilimleriyle olduğu kadar sorunlarıyla da doğrudan yüz yüze gelmişti. Ve artık insanlık tarihinde ilk defa bilimi örgütlemek ve mali yönden desteklemek için üzerinde düşünülüp taşınılmış bilinçli bir çaba görülmekteydi. İskenderiye Müzesi devlet tarafından desteklenen ilk araştırma enstitüsüydü; her ne kadar sanatsal, felsefi ve edebi ürünleri pek önemli değilse de bilime o güne kadar ve muhtemelen daha sonra da, bir kurumun yapabileceği en büyük katkıyı yaptı. Müzenin bilimsel çalışmalarının, eski üyeleri ve Arşimet gibi klasik dünyanın diğer bölgelerinde ilişki içinde bulundukları bilim insanlarıyla birlikte düşünüldüğünde, o güne dek ve sonraki 200 yıl boyunca ortaya çıkan benzer kurumların çalışmalarına göre çok daha uzmanlaşmış olduğu görülecektir. Müze, Yunan yurttaşının yalıtılmışlığını da çok açık bir biçimde yansıtmaktaydı. Bilim dünyası artık ortalama bir eğitim almış yurttaşların bile anlayamadıkları, eğitim düzeyi daha düşük olanların ise kuşku ile karışık bir korku ile izledikleri alabildiğine uzmanlaşmış astronomi ve matematik çalışmalar için yeterli kavrayış gücüne sahip küçük bir *elit*'i kendi içinden çıkarabilecek kadar genişlemişti. Bu durum bilim insanlarının karmaşık ve ayrıntılı tartışmalara girmelerine ve karşılıklı eleştiri yoluyla kısa sürede muazzam ilerlemeler kaydetmelerine olanak tanıdı. Ne var ki bu ilerlemeler pek de sağlıklı değildi. Bütün bir bilim dünyası, aydın bir devletin himayesine muhtaçtı. Bu destek ortadan kalkınca bilimin görkemli binası büyük ölçüde yıkıldı;

büyük kentler dışında kök salmamış olduğundan Rönesans'la birlikte tekrar günışığına çıkarılacak birkaç yazılı eser bırakmasına karşın neredeyse büsbütün unutuldu.

İskender döneminin başlarında [bilimsel] çalışmalar esas olarak Aristo ve okulunun çalışmalarını izleme eğiliminde oldu. Gerçekten de müze, Lise'nin Mısır'daki kolu olarak nitelendirilebilir; daha donanımlı olduğundan birkaç yıl içinde Lise'yi gölgede bıraktı. Lise'nin son başkanı (müdürü) ve Helenistik dönemin genel anlamda en yetenekli bilim insanı olan Strato (MÖ. 270) hem İskenderiye'de hem de Atina'da ders verdi.

Ne var ki her iki durumda da çalışmaların ufku Aristo'nun geniş programını içerecek kadar kapsamlı olmadı. Kendinden hemen sonra gelen ardılı Theophrastus dışında Aristo'nun çalışmaları başka hiç kimse tarafından ele alınıp geliştirilmiş değildir. Theophrastus Aristo'nun zoolojide yaptığını botanikte [bitkibilimde] yaptı ve kaba olmasına karşın 2000 yıl boyunca esas olarak aşılamayan tanımlayıcı mineralojiyi başlattı. Üzerinde asıl olarak yoğunlaşılan alanlar özellikle fiziğin *astronomik, optik ve mekanik* dallarıydı. Aristo'nun kafa yorduğu başlıca alan olan mantık yerine *matematiğin* Platoncu çizgide hızlı bir gelişimine tanık olundu. Bunun başlıca nedeni, ideal biçimlerin özsel [içkin] güzellikleri ve bu güzelliklerin gözlemlenebilen dünyada belirtilmeleri gereğiydi. Ama bu daha alt bir düzlemde, daha kesin astronomik tanımlar elde etmek ve mekanik, pnömatik[10] ve hidrostatiği[11] pozitif bilimlere indirgemekte kullanılabilirdi; nitekim öyle de oldu.

İdeal çalışma koşulları, gelişmiş aletler ve geniş bir deney alanı Platon ile Aristo'nun kaba önsezilerini çok geçmeden geride bıraktı. Şeylerin doğal konumları ve ereksel neden doktrini -teleoloji [erekbilim]- ile Aristo'nun boşluğu olanaksız gören hareket teorisi bir yana bırakıldı. Atinalı filozofların şiddetle yadsıdıkları, Demokritos'un atom teorisinin büyük bir kısmı yeniden kabul gördü. Ortaçağ'da, antik çağlara ait olduğu düşünülen felsefenin yıkılışının ilk evresi büyük ölçüde MÖ. 3. yüzyılların başlarında gerçekleşti. Boyle, Strato'nun görüşlerine bütünüyle katılırdı; ne var ki onları asla öğrenemedi. Ma-

10 Pnömatik: Hava (ve gaz) basıncıyla ilgilenen bilim dalı.

11 Hidrostatik. Belli bir yerde duran (dingin) akışkanları inceleyen bilim dalı

tematik dışında Helenistik dönemin düşüncesi büyük ölçüde yitirildi. Bunun nedenlerine önceki sayfalarda değinmiştik: İskenderiyeli, Atinalı ve Siraküzalı bilim insanlarının tam anlamıyla -toplumsal ve ideolojik bakımdan- yalıtılmış olmaları. Onlar artık filozof değillerdi. Strato, Çiçero'ya göre "felsefenin en temel taşı olan etiği bir yana bırakıp kendini doğanın incelenmesine adamıştı." Bu nedenle bunalım ve çöküntü dönemlerinde bireyin iç dünyasına yönelen genel akımdan uzak kalmışlardı. Platon ve Aristo'nun daha çok sağduyuya seslenen bilimsellikten uzak görüşleri özenle korunurken, onların ileri görüşleri dillendirilmedi ve dönemin daha sınırlı görevleri için gerek duyulan astronomi ile ilgili olanları dışında kalanlar unutuldu.

Helenistik matematik: Öklid

Helenistik dönemde matematik ve fizik bilimleri ile uğraşılırken iki hedef -akademik ve politik hedefler- gözetiliyordu. Kuşkusuz daha üstün tutulan akademik hedef matematiğe yoğunlaşılmasını ve böylece onun bir dalının -geometrinin- geliştirilip sistemleştirilmesini sağladı. Sayısal hesaplamalar belirgin bir biçimde aşağılandı; gerek duyulduğunda ise geometri kılığına büründürüldü. Fakat geometrik somut ve hayranlık uyandırıcı sonuçlar elde edildi. Arşimet, Eudoksus'un yöntemlerini pi sayısının beş basamaklı değerini saptamakta -pratik olarak dairenin karelere ayrılması- ve küreler, silindirler ve daha karmaşık cisimlerin hacimleri ile yüzey alanlarının formüllerinin bulunmasında kullanıldı ve geliştirildi. Bu, Newton'un elinde fizikte gerçek bir devrim yaratacak olan sonsuz küçüklüklerin hesaplanmasının başlangıcıydı. Bir açıyı üçe bölmek ve bir küpün iki katını almak gibi klasik dönemin yararsız problemlerini çözmek amacıyla daha yüksek eğriler üzerine son derece nitelikli çalışmalar yapıldı. Çok daha önemlisi ve en anlamlısı, Pergalı Apollonius'un (t. MÖ. 220) MÖ. t 350'de Menaechmos tarafından bulunan konik kesitler -elips, parabol ve hiperbol- ile ilgili çalışmaları geliştirmesiydi. Çalışması öylesine kusursuzdu ki, 2000 yıl sonra Kepler ve Newton tarafından gezegenlerin yörüngelerinin özelliklerinin saptanmasında hiç değiştirilmeden, olduğu gibi kullanıldı.



Şekil 4: Eski uygarlığın teknikleri

a. Lagash'ın Gudeasının heykelinden başlayarak yükselen duvarlarıyla birlikte bir şehir planı, t. MÖ. 2250. farklı ölçeklerde işaretleme aleti ve cetvel de görülüyor.
b. Ağır çarkla çalışan bir eski Yunan çömlekçisi
c. İş başındaki Yunan bronz dökümcüleri

Tek tek başarıların ötesinde, hepsinden önemlisi, Helenistik dönemde matematiğin sistemleştirilmiş olmasıydı. Teoremlerin mantıksal olarak birbirine bağlanması önceden bilinmekteydi -gerçekten de Aristo'nun mantığı, geometrik ispat işlerlerinin sözcüklerle ifade edilen bir kopyasıdır. Bununla birlikte, Öklid'e (t. MÖ. 300) gelinceye dek, matematiksel bilginin büyük bölümü, *aksiyomlardan* elde edilmiş *çıkarsamalar* [*tümdengelim*] biçiminde tek bir yapı oluşturacak şekilde bir araya getirilmiş değildi. Öklid'in hâlâ şu ya da bu biçimde geometrik öğretinin temelini oluşturması da bunun matematik açısından ne denli önemli olduğunu göstermektedir. *İspatın keşife*, apaçık ilkelere dayalı tümdengelimci mantığın da gözlem ve deneylere dayalı tümevarımcı mantığa üstün olduğunu vurgulaması nedeniyle, fizik bilimi açısından değeri hâlâ kuşkuludur. Geometrinin başarısı son derece ilkel Yunan sayı gösterge sisteminin [notasyonunun] yaptığı gibi cebirin gelişmesini engelledi. Diophantus'un t. MS. 250'de denklemler üzerine çalışmaları kısmi bir istisnadır. Daha geç bir zamana özgü olan bu çalışma, çağdaş Babil-Keldan matematiğinin etkisine içten tanıklık eder.

Helenistik astronomi: Hiparkus ve Batlamyus

Astronomi çalışmaları kendisine teori ile pratik arasında bir orta yol bulmuştu. Platon'a göre astronomi gökyüzünde, orada yaşayan tanrıların şanına yaraşır ideal bir dünya bulma arayışıydı. Gerçek gökyüzünde gözlemlenen herhangi bir sapma önemsenmemeli ya da başka bir yolla açıklanmalıydı. Öte yandan, gökyüzüne yüklenen önem yıldızların, özellikle de gezegenlerin konumlarının kesin olarak bilinmesini gerektiriyordu. Dahası, astrolojinin öngördüğü belalar savuşturulmak isteniyorsa, bu bilgiye önceden ulaşılmalıydı. Bu iki eğilimin sonucunda Helenistik astronomi -Yunan biliminin günümüze dek kesintisiz gelebilen tek dalı- sadelik ve güzellik ölçülerine ters düşmeden, gözlemlerle uyumlu çok daha karmaşık sistemler (şemalar) oluşturma çabasına koyuldu. Bu çabalar hem matematiğin hem de fiziksel gözlemlerin gelişmesini sağladı. Astronominin neredeyse günümüze dek bilimin tüm aletlerinin bilendiği bir bıleği taşı olduğu söylenebilir.

Astronominin matematiksel temeli Eudoksus'un küreleriydi; fakat daha gerçek [somut] bir sonuç elde etmek bakımından gezegenlerin bir düzlemde hareket ettiklerini kabul etmek işleri kolaylaştırıyordu; görüntüyü kurtarmak için de "tekerlekler tekerlekler içinde" kavramı ortaya atıldı. Bu ifadeyi kullanan, antik dünyanın en büyük gözlemci astronomu [gökbilimcisi], sonraki 2000 yıl boyunca kullanılacak olan aletlerin mucidi ve ilk yıldız kataloğunun düzenleyicisi Hipporkus'tu (MÖ. 190-120). Hipporkus'un gezegenler sistemi daha büyük bir özenle hazırlanmış olmasına karşın Eudoksus'unkinden çok daha karmaşıktı ve onun mekanik bakımdan akla uygun görünen son zerresini de ortadan kaldırdı. Bu sistem Batlamyus'un (MS. 90-168) sunduğu biçimiyle 200 yıl sonra standart astronomi biçimini alacak ve Rönesans'a dek öyle kalacaktı. Benimsenmesinin nedeni yeryüzünden başlayıp göklere kadar her türlü güçlüğü ortadan kaldırmasıydı. Ne de olsa göklerde kaba mekaniğin geçerli olacağını ummak için bir neden yoktu. Dahası ölçüm için gerekli dış çemberlerin eklenmesiyle yeni sistemi oldukça doğru öngörülerde bulunabilir hale geldi.

MÖ. 4. yüzyılda Ecphantus ya da belki de MÖ. 5. yüzyılda Hiketas tarafından öne sürülen, asıl dönenin dünya olduğu biçimindeki alternatif görüş (gelenek) asla kaybolmadı. Pontuslu Heraklides (MÖ. 370) bu görüşü bütün gücüyle desteklemişti. Ona göre ay ve güneş, evrenin merkezinde bulunan ve kendi ekseni etrafında dönen dünyanın çevresinde; gezegenler ise dünyanın değil güneşin çevresinde dönüyorlardı. Gözlemlenileni eksiksiz, olduğu gibi yansıtan bu sistem daha sonra Tycha Brahe tarafından da savunulacaktı. Bu sistemin mantıksal devamı olan son adımı, evrenin merkezine dünyayı değil güneşi koyma cesaretini gösterebilen Somoslu Aristarkus (MÖ. 310-230) attı. Ne var ki, savunucusunun saygınlığına karşın bu sistem pek fazla rağbet görmedi. Çünkü o, dinsel bakımdan sapkınlık, felsefi yönden de saçmalık olarak görülüyor ve günlük gözlemlere aykırı bulunuyordu. Bununla birlikte, Araplarca aktarılan; Kopernik tarafından canlandırılan; Galileo, Kepler ve Newton tarafından güçlü bir biçimde doğruluğu kanıtlanan bu sistem yine de inatçı bir sapkınlık olarak varlığını sürdürdü.

Bilimsel coğrafya

Astronominin gelişmesi metrik ve bilimsel coğrafyayı ilk kez olanaklı hale getirdi. *Harita* yapmak astronomik konumları, hayali enlem ve boylamları, gezginlerin ve resmi memurların bildirdikleri biçimiyle kentlerin, ırmakların ve deniz kıyılarının konumlarıyla birlikte ve onlarla uyum halinde bir küre üzerine yerleştirmek demektir. Bu da *dünyanın büyüklüğünü* ölçmek yani *dünyanın çevresini* hesaplamak anlamına gelir. Dünyanın çevresi ilk kez Müze'nin müdürlerinden Kireneli Eratosthenes (MÖ. 275-194) tarafından yalnızca 250 millik (yaklaşık 400 km) bir hatayla 24 bin 700 mil (40 bin km) olarak hesaplandı ve bu küçük hata ancak 18. yüzyılda düzeltilebildi. İskender'in fetihleri Yunanlılarca bilinen dünyanın sınırlarını büyük ölçüde genişlettiyse de bu genişleme bir yerde durdu. Rönesans'a kadar, Marsilyalı Piteas gibi tek tük birkaç gezgin dışında, ekonomik bakımdan gerek duyulmadığından Batı'nın ya da Doğu'nun daha uzak noktalarını keşfetmek için çaba gösterilmedi. Okyanus yolculuklarına ilgi duyulmaması titiz bir denizcilik astronomisinin geliştirilmesini gereksiz kıldı. Çünkü kıyı boylarınca yapılan yolculuklar için yıldızlarla ilgili çok temel bilgiler yeterli oluyordu.

Optik de astronominin önemsiz bir uzantısıydı. Antik çağların astronomları asla bir merceğe sahip olamadılar. Camları fazlasıyla pürüzlüydü; kristal ise çok enderdi. Katoptrik -ışınların aynada kırılmasıyla ilgili bilim dalı- illüzyonlar hazırlayacak ve güneş ışınlarını yansıtıp ateş yakacak ölçüde gelişmişti ama ciddi bir işe de yaramıyordu. Öte yandan dioptrik -görüş gücüyle açı ölçme- yer ölçümlerinde kesin sonuçlar alınmasını sağladı. Buna karşın, Rönesans'a gelininceye dek perspektif'in tam olarak anlaşıldığını söyleyemeyiz.

Helenistik mekanik: Arşimet

Helenistik çağın fen bilimlerine en büyük katkısı mekanik dalında oldu. İlk itki büyük olasılıkla teknik alanlardan geldi. Yunan el işçiliği, özellikle de metal işçiliği İskender'den önce yüksek bir düzeye ulaşmıştı. Mısır ve Suriye gibi zengin hammadde kaynaklarına sahip olan ülkelere aktarılınca, her türlü makine yapımında; özellikle de

sulama, yük kaldırma, gemi yapımı ve askeri araçların yapımı gibi alanlarda köklü gelişmeleri hızlandırmakta bu işçilik son derece yararlı olacaktı. MÖ. 3. yüzyıl dolaylarında bir yığın yeni aygıtın ortaya çıktığını biliyoruz; ne var ki bunların kaynağı hâlâ belirsizliğini korumaktadır. Bunlar, yerel zanaatkârların kullandıkları makinelerle ilgili bilginin eğitimli Yunan teknisyenlerce öğrenilerek ilkin yazıya geçirilip ardından daha da geliştirilmesi sonucu ortaya çıkmış olabilirler. Titiz bir işçilik ile son derece hassas bir hesaplamanın karşılıklı olarak birbirini geliştirdiğine Rönesans döneminde bir kez daha tanık olunacaktı. Palanga ile çıkrığın kaynağı yelkenli gemiler, dişli düzeneğinin (vitesin) kaynağı ise sulama çalışmaları olabilir ama vida daha karmaşık bir icat gibi görünüyor. Burada işe matematikçilerin de eli değmiş olsa gerek. Saraydaki hamilerinin buyruğu ile filozoflar da artık makinelerin matematiksel tasarımlarıyla ilgilenmeye tenezzül eder oldular. Kuşkusuz Arşimet'in savaş makineleri ile ilgili efsanelerin hepsinde bir gerçek payı olmalıdır. Ama Plutarck onun için "Mühendisin işini küçümsedi ve yaşamın gereklerini karşılayan her şeyi soysuz ve bayağı olarak niteledi" der. **2.39** Yunan matematiği ile mekaniğinin en büyüklerinden olan Arşimet (MÖ. 287-212), gerçekten özgün olan son Yunanlı bilim insanıydı. Sirükuza'nın son tiranı II. Hiero'nun akrabasıydı ve Romalılara karşı kentin savunulmasında önemli bir rol oynadı. Bir problem üzerine çalışırken ya onu tanımayan ya da ne yaptığını umursamayan Romalı bir asker tarafından öldürüldü. Yunanlıların *saf* bilim geleneğine sıkı sıkıya bağlı olmasına karşın, tesadüfen bulunan *yöntem* üzerine çalışmalarından, matematiksel sonuçlara *ulaşmak için* gerçek mekanik modeller kullandığını, fakat sonradan *ispat* sırasında bu modelleri kaldırıp attığını biliyoruz. Klasik çağlarda pek fazla izleyicisi olmadı. Gerçek değeri ancak Rönesans'ta anlaşılabildi. Arşimet'in eserlerinin ilk baskısı 1543'te yapıldı; Kopernik'in *de Revalutionibus*'u ve Salius'un *Fabrica*'sıyla aynı yılda. Ve onlarınkiyle kıyaslanabilecek bir etkisi oldu.

Statik ve hidrostatik

Arşimet, *Mekaniğin Unsurları* adlı yapıtında basit makinelerin işleyişi hakkında tam ve nicel bir açıklamada bulunurken, Yunanlı-

lara özgü bir çözümleme ile kuvvetlerin hangi koşullarda tam olarak denge oluşturacaklarını ortaya koyarak *statik* bilimin temellerini attı. O ayrıca, *hidrostatik* biliminin de -yüzen cisimlerin yasaları- kurucusudur. Bunun ileride iki çok önemli yararı olacaktı. Bunlardan birincisi cisimlerin suda tartılması, yani yoğunluklarının bulunmasıdır; bu, değerli metallerin gerçek olup olmadıklarının sınanmasında kullanılabildiğinden hemen benimsendi ve asla unutulmadı. Diğeri de, gemi yapıcılarının geleneksel olarak yeterince iyi bildikleri fakat 17. yüzyıl sonuna kadar uygulamada kullanılmamış olan bir geminin yük kapasitesinin bulunmasıydı.

Pnömatik

Mekaniğin bütünüyle yeni bir dalı olan pnömatik biliminin konusu hava hareketleri ve bunlardan nasıl yararlanılacağı idi. Bu alanda Ctesibus (t. MÖ. 250) ve Hero (t. MS. 100) çoğunlukla tapınaklarda kullanılmak üzere, sıkıştırılmış hava ile gerçekleştirilen ustaca düşünülmüş pek çok oyun [numara] geliştirdiler. Hatta Hero, jet tepkimesi ilkesi ile işleyen basit bir buharlı motor bile yaptı. Daha pratik bir gelişme tulumbaların yapılmasıydı. Metal işçilerinin teknik becerileri, 20. yüzyıla gelinceye dek var olan herhangi bir tulumbadan aşağı kalmayan ve İngiltere gibi uzak bölgelere bile ulaşacak denli ucuz çift yönlü [emme-basma] tulumbaların üretilmesini sağladı. Bir başka pnömatik aygıt ise tıpkı günümüzdeki org ve piyanolar gibi tuşlarla işletilen çalgı anahtarlarına (jödong) sahip olan ve su ile çalışan org idi.

Helenistik dönemin mekanik alanında erişilen bilgi ve başarıları, Sanayi Devrimi'ne yol açan büyük mekanik düzeneklerin -tekstil makineleri ile buharlı motor- yapılmasını sağlayacak yeterlilikteydi; ne var ki bu noktaya ulaşılamadan duruldu. O dönemde bunun için gerekli başlıca malzemeden -ucuz dökme demirden- yoksun oldukları doğrudur; ama dökme demiri elde edecek bütün olanaklara sahiptiler. Enerji ile [dış güçle] çalışan körükler yapmak onlar için zor değildi. Asıl neden bunun için gerekli dürtüden yoksun olmalarıydı. Büyük ölçekli meta üretimi için pazar yoktu. Zenginler el işi ürün-

leri satın alabilecek güçteydiler; yoksullar ve köleler ise yaşamsal gereksinimlerini bile güçlükle karşılayabiliyorlardı.

Bilimsel kimyanın şafağı

Yunan biliminin matematiksel-mekanik karakteri ve Yunanlı bilimcilerin ellerini kirletecek hiçbir işle uğraşmak istememeleri kimya alanında ciddi bir ilerleme göstermelerini engelledi. Ama yine de, simyanın başlangıcı ve çok önemli bir kimyasal işlem olan damıtımın kökeni İskender döneminin ilk günlerine dayanır. Gerçekten de, Panopolisli Zozimus (t. MS. 400) ve neredeyse efsanevi bir kişilik olup su banyosunun mucidi olduğu sanılan Yahudi kadın Mary (t. MÖ. 431-378) gibi yazarların kaleme aldıkları yarı-mistik esrarengiz işlemlerden doğrudan doğruya kimyasal bir deneyim yaşandığını görebilir ve kimya teorisinin başlangıcından söz edebiliriz. Aristo'nun *Meteoroloji*'sinden çıkarsanmış bu teorilerin yazılı olduğu kitaplar kaybolup gitmişlerdir. Bu alanda giderek artan başarıların nedeni cam üfleme ve saf malzemelerin hazırlanması tekniklerinde kaydedilen kesintisiz ilerlemedir.

Doğa tarihi

Hekimler hariç, Helenistik bilim insanlarının fizik bilimleri dışında kalan alanlarda pek başarılı oldukları söylenemez. Evrenin tüm yönlerinin eksiksiz incelenmesi doğrultusunda Aristo'nun başlattığı çabalar bir kuşaktan öteye gidemedi. Uygulamalı tarım üzerine kitaplar yazılmaya başlandıysa da hayvanlar ve bitkiler konusunda atılan birkaç önemli adım dışında ilerleme kaydedilemedi.

Helenistik tıp: Galen

Helenistik ve Roma çağlarının toplumsal koşulları astronominin de ötesinde tıp alanında geleneğin sürekliliğini, hatta sınırlı bir ilerlemeyi zorluyordu. Egemenler ve zengin yurttaşlar hekimsiz yapamazlardı. Gerçekten de giderek daha sağlıksız bir yaşam sürmeleri doktorlara olan gereksinimlerini sürekli artırıyordu. Müze, anatomi araştırmalarına çok büyük bir destek sağladı.

Kalsedonlu [Kadıköy] Herophilus (MÖ. 300), çalışmalarını gözlemlere ve deneylere dayandıran büyük bir anatomici ve fizyologdu. Sinir sisteminin işleyişi ile nabızın klinik bakımdan önemini anlayan ve duyusal sinirlerle hareket ettirici (motor) sinirlerin işlevleri arasındaki farkı gören ilk hekimdir. Erasistratus (MÖ. 280) bir adım daha atarak insan beynindeki kıvrımların önemini fark etti. İskender döneminin başlarındaki en başarılı araştırmaların pek çoğunun aslı yitip gitmesine karşın, özü gelenek içinde kuşaktan kuşağa aktarıldı ve klasik çağın büyük hekimlerinin sonuncusu olan Galen'in (MS. 130-200) kapsamlı yapıtında bir araya getirildi. Galen, Küçük Asya'da [Anadolu], Pergamun'da [Bergama] doğdu. Orada başladığı eğitimini İskenderiye'de sürdürdü ve ardından Roma'da son derece verimli bir mesleki deneyim edindi. Arap ve Ortaçağ tıbbı ile anatomi bilgisinin kaynağı odur. Galen, kendi alanında, Aristo kadar büyük bir saygınlığa ve otoriteye ulaştı. Gelecek çağların hekimleri onunkilerle çelişen kendi gözlemlerini savunmakta tereddüt ettiler. Aslında Galenik sistem, üç ruh doktrini gibi eski felsefi görüşlerin, titiz fakat çoğunlukla yanıltıcı anatomik gözlemlerle ustalıkla harmanlanmasından ibaretti. Anatomik gözlemlerin yanıltıcı olmasının başlıca nedeni, yalnızca hayvan teşrihi ile sınırlı kalmasıdır. Aristo'nun kozmolojisi nasıl ki bin yılı aşkın bir zaman insanların yüce gökler alemine dair inançlarının temeli olmuşsa, Galenik fizyoloji de insanın küçük dünyası –mikrokozmos– hakkındaki inançların temelini oluşturdu. Galen'in gözlemleriyle karşılaştırılabilecek düzeyde bir gözlem birikimi oluşup bu gözlemlerin çok daha sağlam bir mekanik felsefeyle bütünleştiği Rönesans'a gelinceye dek Galen'in görüşleri aşılamadı. Galen'in ilk tam İngilizce çevirisinin 1952'de yapılmış olması, Rönesans'ın onun görüşlerini kökünden ortadan kaldırdığını gösterir. ***2.212***

4.8. ROMA VE KLASİK BİLİMİN ÇÖKÜŞÜ

MÖ. 2. yüzyılın ortalarından itibaren anarşi içine sürüklenen Helenistik imparatorluklar, Roma'nın daha dinamik gücünün ağırlığı altında çökmeye başladılar. Roma'nın Akdeniz'de egemenliği eline geçir-

mesinde şaşılacak bir yan yoktur. İtalya'da hangi kent kendini egemen kent olarak kabul ettirirse ettirsin, o kentin yüzyıllar boyunca süren savurgan bir sömürgecilik yüzünden gerek ekonomik, gerek siyasal bakımdan güçsüz düşen Yunan ve Finike site devletleri ile Asya tipi Helenistik imparatorluklar karşısında tartışılmaz bir üstünlük kuracağı açıktı. MÖ. 3. yüzyılda İtalya hâlâ giderek çoğalan sağlıklı bir nüfusa sahip, iklimi elverişli, ormanı bol bir tarım ülkesiydi. Başlangıçtaki ağır gelişimi Roma'yı eski uygarlıkların kentlerine oranla kabile tarzı toplumsal örgütlenmeye daha yakın tuttu. Roma Cumhuriyeti savaşlar sırasında diğer kentlerin aksine kendi halkının desteğine güvenebildi. Sürekli olarak kendinden daha ileride olan düşmanlarının savaş teknikleriyle donanan Roma Cumhuriyeti, savaş alanında yenilebilir ama asla fethedilemezdi. Roma'nın tek ciddi rakibi, zenginlikte kendisiyle yarışabilen ama insan gücü bakımından yetersiz kalan, ticarete dayalı Kartaca Cumhuriyeti'ydi.

Roma, içerde Yunan kentlerinin başını fazlasıyla ağrıtan aynı sınıf mücadelelerini daha çıplak bir biçimde patrisyenler [soylular] ile pleblerin [alt tabakaların] devletin denetimini ele geçirmek için giriştikleri kavgalar sırasında yaşadı. MÖ. 1. yüzyılda bu çatışmalar doruğa ulaşıp kanlı iç savaşlara dönüştü ve ilkin askeri diktatörlüğün, ardından da imparatorluğun yolunu açtı. İmparatorluk, eyaletlerin yağmalanması sırasında zenginlerin yoksulları küçük bir payla susturmasının araçlarından biriydi. Diğer araç, Roma yurttaşlığını önce bütün İtalyanları, ardından da diğer eyalet halklarını da kapsayacak şekilde genişletmekti. Böylece bir site devleti, köle sahipleri ile zengin tüccarların egemen olduğu bölgesel bir devlete dönüştü. Doğu ve Batı Akdeniz'deki bütün devletler birer birer Roma'nın egemenliği altına girdiler ve bu devletler aynı zamanda Roma'ya barbarların yerleşik olduğu Galya, Britanya, Batı Almanya ve Avusturya gibi arka bölgelerin kapısını da açtılar. Sonuç, bütün Akdeniz bölgesine egemen fakat Helenistik krallıkları özgürlüğüne yeni kavuşmuş olan Perslerle paylaşan yeni, büyük bir imparatorluğun kuruluşuydu.

İmparatorluğun çimentosu, onun kurulmasını sağlayan ve Augustus'tan sonra başarıları giderek azalsa da barbarlara karşı onu koruyan orduydu. Aynı zamanda başkomutan da olan imparator, genellikle as-

kerlerin isyanını ve başka bir imparatorun buyruğu altına girmelerini önlemeye yetecek kadar vergi toplamayı başarıyordu. İmparatorluk, aslında kendi kendilerini idare eden ve Pax-Roma'nın sınırları içindeki ticaretten karşılıklı olarak kazanç elde eden kentlerin oluşturduğu gevşek bir federasyondu. Kırsal bölgelerdeki en iyi topraklar zenginlerin villalarında [kır köşklerinde] tutulan kölelerce ekilip biçiliyordu. Geri kalan daha verimsiz bölgeler -*pagiler* veya bataklıklar- kendi kabile geleneklerine büyük ölçüde bağlı kalan yerlilere -*paganlara*- (paganlar sonradan Ortaçağ'ın köylüleri haline gelecekler ve kırsal bölgelere kendi isimlerini -pays- vereceklerdi) ya da yeni *kolonilere* veya özgürlüğüne kavuşup villalardan ayrılan ve giderek serf (villani[12], villein, villain) haline gelen kölelere bırakılıyordu.

Roma İmparatorluğu'nun yayılmasının kültür üzerinde İskender'in fetihlerinden çok daha farklı bir etkisi oldu. Romalılar sahneye çıktıklarında Yunan uygarlığının soluğu çoktan tükenmişti. Bilimde ve sanatta tam bir çöküş yaşanmaktaydı. Bir başka deyişle, Romalılar Yunan uygarlığına yetişemediler: Romalıların zengin patrisyenlerle onların müşterilerine dayalı kendi ekonomik sistemleri, bilimden etkili bir biçimde yararlanabilecek nitelikte değildi. Üstelik Roma'nın üst (egemen) sınıfı -ki imparatorluğun kuruluş yıllarında yalnızca onlar Romalı sayılıyordu- Yunan uygarlığının lüks ve ihtişamını benimsemiş olmalarına karşın gerçekte onu hor görüyorlardı. Ne onlar ne de Batı'nın yeni eyaletleri bu uygarlığa önemli bir katkıda bulundular. Yapabildiklerinin en iyisi, kendi sınıf egemenliklerini desteklemekte yararlanmak üzere Yunan felsefesinin bazı genel görüşlerini almaktı. MÖ. 2. yüzyılda yaşamış, dediğim dedik bir taşralı olan yaşlı Cato, Yunan biliminden nefret ediyor ve bunu açıkça söylemekten çekinmiyordu. Ona göre Yunanlı doktorlar Romalıları zehirlemek, filozoflar ise baştan çıkarmak için geliyorlardı. Bir yüzyıl sonra, parlak bir avukat olan Çiçero'nun bu konuda çok daha aydın düşünceler taşıdığını görüyoruz. Çiçero, Platon'un ve Aristo'nun en iyi insanların yönetici olması gerektiğini savunan görüşlerini haklı buluyor fakat hemşehrisi Lucretius'un tanıttığı Epi-

12 Villani: Villalardan gelen, villalı anlamındaki bu sözcük, serf (villein) sözcüğünün kökenini oluşturur.

kürizme, halkın tanrılara ve dolayısıyla kurulu düzene olan inancını sarsacağı gerekçesiyle kuşkuyla yaklaşıyordu. Ne var ki, özellikle imparatorluk döneminde en gözde felsefe Stoacılıktı. Stoacılık, tıpkı ilk varoluşçuluk gibi bir direniş felsefesi olarak ortaya çıktıysa da erdem üzerine vurgusu Romalı yöneticilere hatta Marcus Aurelius gibi genç bir imparatora bile ödüllendirmeyi beklemeden kamu yararına kendilerini feda etme duygusu aşıladı. Romalı stoacıların en seçkini ve sanat düşkünü imparator Neron'un hocası olan Seneca, büyük bir servet edinmekte bir sakınca görmüyordu -bu servet, kuşkusuz kutsal bir emanetti yalnızca.

İlk Roma imparatorları döneminde bilimde görülen hızlı çöküşü, Romalıların uygulamacı ruhlarına bağlamak âdettendir. Oysa gerçek nedenler büyük olasılıkla çok daha derinlerde saklıydı. İktidarın ister İskenderiye'de olsun ister Roma'da, bir avuç zenginin elinde toplanması ve günümüzün diliyle "yoksul beyazlar" olarak tanımlayabileceğimiz bütün bir köle nüfusunun âdeta insanlıktan çıkarılması klasik toplumun genel bunalımını olgunlaştırmıştı. Yoksullaşma meta talebini azalttı. Bu durum tüccarları ve zanaatkârları büyük sıkıntılarla yüz yüze getirdi. Böyle bir dünyada bilimin önü kapalıydı; bir süre atıl bir halde bekleyen bilim, sonunda temel niteliğini -doğayı araştırma ve yeni şeyler yaratma özelliğini- yitirdi.

Kamu işleri ve ticaret

Bununla birlikte, eldeki bilgi yüzyıllar boyunca eskisinden çok daha geniş bir alanda ve çok daha büyük bir ölçekte uygulanma olanağı bulacaktı. Yollar, limanlar, su kemerleri, hamamlar ve tiyatrolar gibi devasa kamusal yapıların inşa edilmesinin yanı sıra ticaret de sınırsız bir biçimde gelişti. İmparatorluğun dört bir yanından gelen ürünler özgürce mübadele ediliyordu. Bu durum çömlekçilik gibi bazı iş kollarında adeta fabrika (atölye) üretimine geçilmesine ve malların standartlaşmasına yol açtı. Ne var ki, köle emeğinin sağladığı işgücünün bolluğu ve yalnızca varlıklı sınıfların alım gücüyle sınırlı bir pazar, imalatçıların bir adım daha atarak makineleşmeye geçmelerini engelledi. Bu yüzden, bir sanayi devrimine yol açacak koşullar asla olgunlaşmadı.

Mimari

Roma teknolojisinin özgün katkısı iki alanda, mimaride ve tarımda görüldü. Su kemerlerinin, amfi tiyatroların ve büyük kiliselerin (basilica) yapımı, kemerlerin ve bunları destekleyen tonozların geliştirilmesini gerektiriyordu. Bu da fırınlanmış tuğla ve kireç taşı ile volkan külünden elde edilen betonun bol miktarda kullanılmasına bağlıydı. Roma mimarisi, büyüklüğü ve dayanıklılığı bakımından Ortaçağ Gotik mimarisinin çok gerisindedir. Ancak son evrelerinde, Konstantinopolis'te [İstanbul] Perslerin modellerinden geliştirilen hafif bingi[13] destekli olağanüstü kubbelerin yapılmış olduğunu görüyoruz.

Tarım

Biyoloji hakkında antik uygarlıkların bildiklerinden çok daha fazlası bilinmedikçe, tarımın bir bilim düzeyine ulaşma şansı pek yoktu. Doğrusu tarım, günümüzde bile henüz bir bilim sayılamaz. Romalıların tarım konusundaki yazıları -ki bunların en önemlisi ozan Virgil'in *Georgics*'idir- ister istemez köylülerin deneyimleri ile köle emeğine dayalı yurtluk yönetiminin bazı acımasız yaptırımlarının kayda geçirilmesinden ibarettir. Yine de bu yazıların ilgi çekici yanı, özellikle meyve ve sebze üretiminde günümüzde kullanılan pek çok tekniğin daha o zamandan bilinip kullanılıyor olduğunu göstermesidir. Öte yandan, uygun at koşumları ile sabanların yokluğu ekilip biçilebilen toprak çeşidini sınırlamıştır.

Yönetim ve hukuk

Romalıların, bütün tarih kitaplarında görebileceğimiz, uygarlığa en büyük katkıları bir hukuk sistemi geliştirmiş olmalarıdır. Roma hukuku, asla insanlar arasındaki ilişkilerde adaleti sağlamayı hedefleyen bilimsel bir girişim değildir. O, açık yüreklilikle, mülk edinebilecek kadar talihli olanların bu mülklerini korumayı kendisine amaç edinmiştir. Roma hukuku, kültür tarihinin birbiriyle kaynaşmış üç tabakasını içerir. Bunu ilk fark eden Vico'dur. Birinci tabaka sığır

---

13 Bingi: Mimaride, kemerler üzerine oturtulmuş kubbe ile kemerlerin arasını kapatan üçgen biçimindeki kubbe parçalarından her biri. (ç. n.)

[*pecunia*] cinsinden taşınabilir malların tekelleşmesinin etkisiyle, anaerkil aşamadan en katı ataerkil aşamaya evrilen eski kabile geleneğidir. Bu, evin reisi olan babanın [pater familias] karısı, çocukları ve *famuli*, yani köleleri üzerinde zorbaca bir egemenlik kurduğu ünlü Roma *aile* sistemidir. Bunun ardından, nakit kavramı ve borçların ödenmesine yaptığı vurguyla Cumhuriyet'in uzun ekonomik ve siyasal mücadelelerinin sonucu olan medeni ve ticari hukukun damgası görülür. Sonuncusu, prensin *ayrıcalıklarının* tanınmasını da içeren imparatorluk yönetiminin etkisidir. Roma hukukunun, imparatorluğun son yıllarında -6. yüzyılda- Jüstinyen tarafından düzenlenen son şekli, Çin'deki Konfüçyüsçülük gibi Romalı devlet adamlarının ikinci kişiliği haline gelen katı stoacı felsefenin etkisini gösterir. Toplum tarihi açısından Roma hukukundan öğrenilecek çok şey vardır; ama bu hukukun bilime tek katkısı, evrensel bir *doğa hukuku* anlayışı olmuştur. Roma hukuku, feodal dönemin bütünüyle farklı ekonomik koşulları nedeniyle uygulanamamışsa da, Rönesans'ta imparatorluğun bütün ihtişamını yansıtacak şekilde yeniden canlandırıldı ve kapitalizmin temel yasası oldu.

Gerileme ve çöküş

İmparatorluğun son günlerinde, Hadrian döneminden (MS. 117-138) itibaren tüm ekonomi sarsılmaya başladı. Köle elde edilmesi ve yağma (ganimet) bakımından büyük bir zenginlik kaynağı olan ordu, yeni toprakların artık fethedilmediği, imparatorluğun kendini güçlükle savunabildiği dönemlerde zorunlu ama ağır bir yük haline geldi. Reform çabaları uzun vadede durumun daha da kötüye gitmesine neden oldu. Enflasyonun güçten düşürdüğü para ekonomisi yerini, büyük ölçüde yerel olarak üretilip tüketilen malların mübadelesine dayanan bir takas ekonomisine bıraktı. Vergiden kaçan zenginlerin sığındığı *villalar* yerel üretim merkezleri haline geldi ve zamanla ekonomik bakımdan eski kentlerin yerini aldı. Ticaret büsbütün lüks eşyalarla sınırlandı. Bütün bunlar antik dünyanın sınıflı toplumuna özgü bir hastalığın en son belirtileriydi. Tam bir çöküş dışında sömürüden kurtulmanın bir yolu yoktu.

Ekonomik ve entelektüel çöküş

Klasik uygarlık, daha önce değilse bile, MÖ. 3. yüzyıldan başlayarak tam bir çıkmaza girdi. Bilim açısından trajik olan, hastalığın bu denli uzun sürmesiydi; çünkü bu dönemde elde edilinenin çoğu yitip gitti. Yeni bilgilerin elde edilmesinde kullanılmayan bilgi, yerinde de sayamaz; çürür ve yok olur. Önce raflarda tozlanmaya bırakılan ciltler çürür, çünkü hiç kimse bunları okuma isteği ya da gereği duymaz. Kısa bir süre sonra onları anlayan kimse kalmaz. Sonunda -Büyük İskenderiye Kütüphanesi'nin o bilinen yazgısı gibi- geriye kalan kitaplar hamamları ısıtmak için yakılır ya da başka binbir saçma yolla yok olur gider.

Mistisizm ve örgütlü din

Doğa bilimlerindeki gerileme, düşünce dünyasının bir kez daha dine ve mistisizme yönelmesine neden oldu. Duygusal bakımdan mistisizme doğru bu sürükleniş, bu günahkâr dünyadan kaçma arzusuydu; ne var ki bunun demokratik site devletinin çöküşü sırasında Platon'dan türetilen ayrıntılı, özenle işlenmiş felsefi ve entelektüel bir temeli de vardı. Sonraki okullar, özellikle stoacılar ve neo-Platoncular, Platon idealizminin mistik yanını geliştirmişler; fakat sihirli kareler ve mistik sayılarla dolu olan kabalistik numeroloji dışında, onun matematiksel yanını dikkate almamışlardı. 1. yüzyıldan itibaren felsefi mistisizm kurtarıcı dinlerle kaynaştı; Hıristiyanlık bu dinlerin en başarılı olanıydı. Bu kurtarıcı dinlerin ortak entelektüel [düşünsel] yanı, *gerçeğin* [hakikatin] daha yüksek bir kaynağı olarak *duyulara* ve *akla* değil *ilham* ve hatta *vahiylere* güvenmeleriydi. Tertullian'ın ifade ettiği gibi, "İnanıyorum, *çünkü* saçma."

Bu dinlerin yükselişi, kendini ezen ve kurtulunması olanaksız görünen bir sistem karşısında kölelerin ve hatta yurttaşların umutsuzluğunun başlı başına bir belirtisidir. Onlar [köleler ve yurttaşlar] ya kendilerini, Apocalypse'de gördüğümüz gibi sistemin oldukça devrimci bir eleştirisine verecekler ve resmi makamlara karşı başkaldıracaklar ya da bu dünyanın pisliklerine bulaşmamak için inzivaya çekileceklerdi. Dindarlara göre, nefret edilen üst sınıf devletine

özgü her şey yalnızca putperestlik [paganlık] değildi, aynı zamanda tiksindiriciydi de. Lüks, sanat, felsefe, bilim; bunların hepsi cehenneme giden yolda birer kilometre taşıydılar. Günahkâr öğretileri bırakıp kutsal saçmalıklara yönelen Augustine ve Ambrose, rahipler önderliğinde son büyük Yunan matematikçilerinden Hypathia'nın evini taşlayan kalabalıkla beraber aynı hareketin bir parçası oldular. Ancak eski klasik dünya Batı'da olduğu gibi bütünüyle yok edildikten ya da Doğu'da olduğu gibi adamakıllı terbiye edildikten sonra kilise çok yavaş bir biçimde ve gönülsüzce sınırlı bir seküler [dünyevi-laik] eğitim için izin verecekti. Bunun nasıl gerçekleştiği, klasik dünyanın küllerinden doğan yeni uygarlıkların yükselişinin ele alındığı bir sonraki bölümde anlatılacak. Ayrıca, kökeni klasik uygarlığa dayanmasına karşın, bu uyarlığın savunduğu her şeye karşı halkın tepkisinin ürünü ve aslında toplumun bir sonraki aşamasına özgü olan Hıristiyanlıktan da söz edilecek. Klasik kültüre karşı olmasına rağmen, onun gerilemesinden ve çöküşünden Hıristiyanlığı sorumlu tutmak abes olur. O, bir nedenden çok bir belirtidir. Klasik çağların sonlarında görülen mistizim, saçmalık, kafa karışıklığı ve çürüme plütokratik köle devletinin toplumsal ve ekonomik çöküşünün sonuçlarıydı. Aristo'nun gözüyle tam bir kokuşmuşluk, Çinlilerin deyişiyle göklerden gelen buyruklara kulak asmamaktı. Her ne kadar Konstantinopolis'teki sözümona Romalı imparatorlar bir bin yıl daha hüküm sürdülerse de, söz konusu imparatorluk yeni bir çağa aitti.

Barbarlar

Klasik uygarlığın çöküşünün son evreleri, imparatorluğun önceden uygarlaştırılmış eski bölgeleriyle Helenleştirilmiş bölümlerinde, görece daha geç fethedilen kent yaşamının ithal ve yapay, kırlardaki nüfusun ise büyük ölçüde pagan olduğu Batı'ya oranla farklı biçimlerde yaşandı. Doğu, barbarlarını kendi içinde eritmeyi bilmişti. Kent yaşamı sürekliliğini yitirmedi ve neredeyse hiçbir kesintiye uğramaksızın İslam halifeleri ile (Romalıdan çok Yunanlı olan) Bizans imparatorlarının egemenliği altına geçti. Devletlerin yeni yapısı es-

kisi gibi değildi; fakat ticaret, kültür ve eğitim korundu; hatta belli bir süreliğine de olsa bunlara görkemli bir canlılık kazandırıldı.

Batı'da genel bir ekonomik çöküntü yaşanmaktaydı; barbarlar bu durumdan yararlandılar. Ekonomik çöküşten sorumlu olanlar barbarlar değildi. İmparatorluğu istila etmek bir yana, Romalı toprak beylerinin ve vergi tahsildarlarının amansız sömürülerinin yol açtığı emek [işgücü] açığını kapatmak üzere paralı asker, köle ve serf olarak bizzat Romalılar tarafından imparatorluk topraklarına getirilmişlerdi. Ayrıca, Roma tekniği Kuzey'in ve Batı'nın sık ormanlarla kaplı topraklarında yeteri kadar yiyecek üretimi sağlayacak ölçüde gelişmemişti. Barbarların, tarım teknikleri bakımından yerlerini aldıkları Romalılara oranla çok daha ileri olduklarına kuşku yok. Hiç değilse Romalıların ihmal ettikleri Batı Avrupa'nın zorlu ama verimli topraklarını ekip biçmeyi başardılar. Örneğin İngiltere'de, Roma mülkü işgal edilen arazinin yalnızca küçük bir bölümünü kapsıyordu ve burada da toprağı ekip biçenler kâfir Saksonlardı.

Örgütlenme ve tekniğin kaybı

Batı Avrupa'nın barbarlar tarafından ele geçirilmesiyle birlikte, büyük ölçekli maddi örgütlenmeye dayanan kültüre özgü her şey yitirildi. Köprülerin, yolların, su kemerlerinin, sulama kanallarının hepsi çürümeye bırakıldı ve büyük ölçüde yok oldular. Çömlek gibi standartlaşmış ürünlerin merkezdeki birkaç atölyeden yapılan dağıtımı da aynı şekilde durduruldu. Canlı kalan ve gelişen tek incelikli teknik, süs eşyaları ve silah yapımı ile ilgili metal işlemeciliği oldu. Kentlerde zenginlerle onların himayesi altında bulunan kimselerin oluşturduğu okuryazar sınıfının ortadan kalkması ile felsefe geleneğinden geriye neredeyse hiçbir şey kalmadı. Bilim ise yeryüzünden tamamen silindi. Klasik bilginlerin sonuncuları ya Tourslu Gregory ve Nolalı Paulinus gibi kiliseye sığındılar; ya Boethius gibi barbar kralların yanında yönetici oldular ya da Ausomos (MS. 310-395) gibi kendi yurtluklarına çekildiler. Tüm bunlara karşın yine de Avrupa'da klasik kültürden geriye, ileride imparatorluk günlerinin sınırlamalarından büyük ölçüde kurtulmuş bir halde yeniden doğacak olan

yeterince şey kaldı. Venedik'te, Salerno'da ve uzaklardaki İrlanda'da bulunan kaynaklardan canlı, özgün Ortaçağ kültürü fışkıracak ve daha sonra bu kültür İslami Doğu'dan gelen ana akımla birleşecekti.

4.9. KLASİK DÜNYANIN MİRASI

Bu kitap, bilimin tarih üzerindeki ve özellikle de klasik dünyanın doğa biliminin, o dönemin ve sonraki çağların yaşamı üzerindeki etkileriyle ilgilenmektedir. Bu bölüm, Yunan kent yaşamında bilimin ne anlama geldiğini ve onu nasıl etkilediğini kavramamıza yardımcı olmuştur sanırım. Yunanlıların parlak entelektüel ve sanatsal başarıları gözlerimizi öylesine kamaştırmıştır ki, onların bilgi ve becerilerinin yaşamın pratik ve maddi gerçeklerinden çok, dış görünüşü etkilediğini fark etmek güçtür. Yunan kentlerinin, tapınaklarının, heykellerinin ve vazolarının güzelliği; mantığının, matematiğinin ve felsefesinin zarafeti karşısında büyülenir ve Roma İmparatorluğu'nun çöküşü sırasında uygar ülkelerde halkın sürdüğü yaşam tarzının, 2000 yıl önce Tunç Devri'nin çöküşü sırasındaki yaşam tarzından neredeyse farksız olduğunu göremeyiz. Tarım, yiyecekler, giysiler ve evler önemli bir değişime uğramamıştı. Sulama kanalları ve yol yapımında görülen ufak işlemlerle anıtsal mimari ve kent planlamasındaki yeni üslupların dışında Yunan bilimi pek fazla uygulama alanı bulamadı. Bu durum şaşırtıcı değil; çünkü her şeyden önce varlıklı yurttaşlar bilimi, hor gördükleri bu amaçlar doğrultusunda geliştirmediler ve ikincisi; ellerinden geldiğince kararlı ve iyi niyetli olsalardı bile, eriştikleri bilim pratik alanlara uygulanamayacak kadar sınırlı ve fazlasıyla nitel [qualitative]. Yunan matematiği zarafeti ve kusursuzluğuna karşın deneysel fiziğin ya da hassas bir mekaniğin yokluğu yüzünden pratik amaçlar doğrultusunda çok az kullanılabildi. Görkemli Yunan astronomisinin, astrolojik kehanetler dışında verebildiği en önemli ürün, iyi bir takvim ve birkaç vasat haritaydı. Gemilerin olmaması ve engin okyanuslara açılmayı gerektirecek dürtülerden yoksun bulunulması, uygulamalı astrolojinin başlıca sahası olan denizcilik sanatına olanak tanımıyordu.

Diğer bilimler; kimya, biyoloji ve hatta tıp, denizcilerin, aşçıların, balıkçıların ve hekimlerin olağan gözlemleriyle akla uygun olarak

düzenlenmiş kataloglardan ibaretti. Bilimin işe karıştığı alanlarda, unsurlara veya özsıvılara dayalı olgunlaşmamış mistik teoriler öne sürülüyor; bu ise doğanın anlaşılmasını büsbütün güçleştirerek kafa karışıklığına ve çarpık görüşlere yol açıyordu. Site devleti koşullarına bağlı bulunmalarına ve bu koşullar değişince uygulanamaz hale gelmelerine karşın, Yunanlıların toplum bilimlerinin daha belirgin etkileri oldu. Bilimlerin tersine teknikler daha uzun ömürlü ve kalıcı oldu. Yolların ve su kemerlerinin yapılması gibi ölçüme bağlı teknikler dışında kalanlar, özellikle Batı'da daha kaba ve basit bir tarzda ifade edilmelerine karşın, özü bakımından değişmeden gelecek kuşaklara aktarıldı.

Klasik kültürün sunduğu bütün olanaklar, kendisini doğuran uygarlığın çerçevesi içinde tam olarak yaşama geçirilemedi. Önceden değinmiş olduğumuz köleci bir plütokrasiye özgü toplumsal ve ekonomik sınırlamalar, her dönemeçte bu olanakların gerçeğe dönüştürülmesinin yolunu tıkadı. Yunan biliminin gerçek katkısı gelecek çağlarda görülecekti. Ne var ki bu katkı klasik kültürün korunup geleceğe aktarılabilen tohum halindeki unsurlarıyla sınırlı kaldı. Bereket versin ki klasik uygarlık, kendini koruyacak güçten yoksun olmasına karşın elde ettiği başarıların hiç değilse bir kısmının asla unutulmamasını sağlayacak saygınlığa sahipti. Bunlar, daha sonra, onun yeniden doğuşunun temelleri oldular.

Helen ve Roma iktidarları döneminde ne olduğuna gelince: Uygarlık bu dönemde Atlantik'ten Hindu Kush'a kadar yayıldı. Bu büyük imparatorlukların güçlerinin ve kültürlerinin doğurduğu saygınlık siyasal etkilerinin çok ötesine geçti. İlk hızı kesildikten sonra bile Helenizm düşünce, yöntem, üslup ve teknikleri bu saygınlık sayesinde çok daha geniş alanlara yayıldı. Helenizm Doğu'da; Orta Asya'da, Çin'de ve Hindistan'da eski yerli kültürleri etkileyerek onlarla harmanlandı. Batı'da ise yitirilen öğretilerin saygınlığı Avrupalı barbarların uysallaştırılmasına yardımcı oldu.

Klasik Çağ'ın kurtarılan mirası içinde belki de en önemli olanı Doğa Bilimi düşüncesiydi. Antik dönemin insanlarının derin araştırmalar sonucu doğayı denetimleri altına almalarını sağlayan bilgiye ulaştıkları inancı, efsaneler aracılığıyla kulaktan kulağa aktarı-

larak varlığını korudu: Aristo'nun eğittiği İskender'in bir denizaltısı vardı ve kartalların çektiği bir arabayla uçabiliyordu... Klasik kültürün gerçek unsurlarından bilim, özellikle de astronomi ve matematik, doğrusu en kalıcı olanıydı. Astrolojik kehanetler için bile olsa, gezegenlerin ayrıntılı grafiklerinin çizilmesinde gerekli olduklarından kullanılmak ve yeni kuşaklara aktarılmak zorundaydılar. Diğer bilimlerin pek çoğu kitaplarda korundular ve sonradan Araplar ve Rönesans hümanistleri tarafından belli aralıklarla yeniden keşfedildiler. Bunların ne kadarının bir daha yerine konamayacak şekilde yitirildiğini asla bilemeyeceğiz. Yine de kuşkusuz sonraki çağların düşüncesine ve pratiğine yön vermeye yetecek ölçüde günışığına çıkarılmış olduklarını söyleyebiliriz. Gerçekten de son 500 yıl içerisinde öylesine çok şey yeniden keşfedildi ya da taklit edildi ki, en bilinçlisi ve verimlisi olan teknoloji ve bilim de dahil olmak üzere klasik dünyayı içimize alarak onu kendi uygarlığımızın bir parçası haline getirdik.

Tablo 1: Tekniğin Gelişimi ve Bilimin Kökeni (Bölüm 2, 3 ve 4)

Tablo, ilk insan toplumlarından M. Ö. yaklaşık 600 yıllarına denk düşen klasik dönemin başlangıcına kadarki dönemde ana teknik gelişmeleri göstermektedir. Belirtilen tarihler sadece, köken aldıkları ana merkezlerindeki karakteristik paleolitik, neolitik, bronz ve demir devri kültürlerinin başlangıcına işaret etmektedir. Öteki yerlerde bunlar daha sonra ortaya çıkmıştır. Her bir dönem için yapılan düzenleme, kültür aşamalarının en önemli özelliklerinin az çok bir listesi olması dışında, kronolojik değildir.

Tablo 2: Klasik Dönemde Teknik ve Bilim (Bölüm 4)

Tablo, çağdaş tarih ve teknikle ilişkisini ortaya koymak için, akılcı bilimin gelişiminin, çoğunlukla Helen dönemine ait olan, 1100 yılını kapsamaktadır. Bu dönem yüzyıllara bölünmüştür ve yer izin verdiği ölçüde, yapılan bireysel katkılar ortaya çıktıkları yüzyıl içinde gösterilmiştir. Daha ayrıntılı zaman aralıklarına önem verilmemiştir. Zaman çizelgesi tek biçimlidir ve Atina ve Helen dönemindeki isimlerin çokluğu, Roma döneminin nispi kısırlığıyla kıyaslandığında, Atina ve Helen dönemindeki muazzam bilimsel etkinliği ortaya koymaktadır.

Harita 1: Uygarlık Başlangıçları

Harita, tarımın kökeni ve şehirlerin inşasının kanıtlarını bulduğumuz, Çin ovaları hariç - ana bölgeleri göstermektedir. Yüksek dağlar ve çöller dışında bölgenin çoğu esas olarak, kırsal kültürün biçimlendiği açık çayırlık ovalar; ilk şehir yerleşimleri oldukları öne sürülen sulu ovalar ve önemli nehirlerin deltaları, ve Demir Devri'nde oluşmaya başlamış sahil bölgelerinden oluşmaktadır. Bronz ve Demir Devri'nin temel şehirleri de belirtilmiştir.

Tablo 1

	TEMEL YİYECEK ÜRETİMİ VE TAŞIMA	ALET VE MALZEMLER	GEREÇLER VE SÜREÇLER	SOSYAL ÖRGÜTLENME	ENTELEKTÜEL VE KÜLTÜREL BAŞARILAR
Paleolitik Çağ (Bölüm 2)	Yiyecek toplama ve avcılık Örgütlenmiş büyük-oyun avcılığı Kano Balıkçılık, tuzak kurma Tahıl ve kök toplayıcılığı	Taş aletler El aletleri ve silahları Tutmalı aletler: çekiç, balta ve mızrak Yay ve sapan Yay delgisi	Ateş Pişirme Kavurma Tabaklanmış deri Giysiler, çantalar ve kovalar Sırım ve sicim Ağlar ve ipler Sepetler	Küçük sosyal gruplar Totemci ayinler Avcı ayinler Gömücü ayinler Büyücüler	Dil Hayvan ve bitki bilgisi Ayinsel dans, şarkı ve müzik Mitler, Doğacı resim ve heykel İlaç ve cerrahi
Neolitik Çağ (Bölüm 3.2)	Tarım Kaydırarak çapalama kültürü Yiyecek için evcil hayvan yetiştirme, yün, çıkın ve plan kullanımı Yiyecek depolama Saban Sürekli tarlalar	Yer taş aletleri, balta ve çapa, El değirmeni, Kaba marangozluk, Doğal altın ve bakır takılar	Eğirme Dokuma Saz ve kil kulübeler, ağaç evler, Çömlekçilik Fırınlama ve mayalama	Köyler Doğurgan ayinler Yağmur yapıcılar ve mısır kralları, Sosyal farklılıkların ortaya çıkışı Ayinsel değişimler	Tarımsal kullanım için takvim Geometrik tasarım Sembolizm Yaratılış miti
Bronz Çağı (Bölüm 3.2, 3.5)	Sulama Su çekme aletleri Kanallar ve su bentleri Deniz tekneleri Tekerlekli atlı arabalar Yollar Atlı arabacılık	Metal Madencilik ve eritme Bakır ve bronz dökümü Bronz aletler, bıçkılar, keskiler, Silahlar ve zırhlar, Perçinleme, askerlik, metal tekneler,	Tuğla ve taş binalar Çok katlı evler Mobilya Sandalye, yatak, masa, Bira ve şarap, Pişirilmiş çömlekçilik	Şehirler Sınıf toplulukları Tanrılar ve tapınaklar Rahip krallar Zanaatkarlar, tüccarlar, hukuk, mal-mülk ve borç Şehir devletleri ve savaş İmparatorluklar ve kölelik Barbar istilaları	Hiyeroglif işaretler Muhasebe Numaralar Yazma Ağırlık ve ölçü Aritmetik ve geometri Güneş takvimi Astronomi Profesyonel tıp
Erken Demir Çağı (Bölüm 4.1, 4.3)	Ormanda tarım alanı yapılmasının artışı ve çift sürme Su değirmenleri ve tulumbaları Dişli sistemi ve makara Geliştirilmiş deniz gemileri ↓ Biyoloji	Demir Gelişmiş ve ucuzlamış alet ve silahlar Mancınık ve diğer savaş makineleri ↓ Fizik ve Mekanik	Cam Gelişmiş ilaç ve boya hazırlığı ↓ Kimya	Ticaret şehirleri Politika Cumhuriyetçi hükümet Zengin iktidarının doğuşu Sosyal mücadele Yoğunlaştırılmış savaş ↓ Sosyal Bilimler	Alfabe Edebiyat Metal para Felsefe Rasyonel bilimin doğuşu ↓ Astronomi, Matematik ve Tıp

Tablo 2

	TEKNİK GELİŞMELER	SİYASİ VE SOSYAL OLAYLAR	FELSEFE	BİLİM
[illegible]		Tiranlar çağı	Babil ve Mısır'dan öğrenilenlerin etkisi	
600	Doğu tekniklerinin alınması	İonya'nın Persler tarafından fethi Yunanistan'ın Perslerden kurtarılması	Thales ve doğa felsefecileri Materyalist evren teorisi Hereclitus, değişim felsefesi Anaxagoras, bölünmemiş cennet	Pisagor, sayı ve biçim, fizik yasası
[illegible]	Madencilik ve metal işleme Gemi yapımı Tarım ve heykelcilik	Pericles Atina'da Peloponezyen Savaş Atina demokrasisi	Empedokles, dört element Hipokrat, rasyonel tıp	Philolaus, küresel dünya Parmenides, aldatıcı değişim Demokritus, atom teorisi
400	Kareli plan üzerinde şehir inşası	Atina'da yenilgi ve tepki Makedon zaferi İskender'in fetihleri	Sokrates, diyalektik yöntem Plato, İdealizm Eudoxus, bölünmüş cennet	Aristotales, neden ve mantık, tanımlayıcı biyoloji
300	Persler ve Hindistan'dan jeolojik bilgi Su şebekesi ve askeri mühendislikte büyük gelişme	Mısır, İran (Pers), Hindistan ve Orta Asya'da Helen etkisi Kartaca savaşları	İskenderiye müzesi Euclid, geometrisi Strato, deneysel fizik Erasistratus, insan anatomisi Apollonius, konik bölümler	Theophrastus, mineroloji Epikurus, atom felsefesi Aristarcus, dönen dünya Arşimet, mekanik, hidrostatik
200	Mekanik araçlar Köleliğin geniş yayılışı	Yunan dünyasının Roma kontrolü	Ctesibius, mekanik ve hava-gaz bilgisi	Eratosthenes, harita ve dünya ölçüsü Hipparchus, gözlemsel astronomi, gece-gündüz devinimi
100	Çember kemer ve kubbe temelli Roma	Roma iç savaşları Gaul'un fethi Sezar reformları takvimi Augustos, ilk Roma imparatoru	Çiçero, Romalılarda Yunan felsefesi	Lucretius, atomcu materyalizm, dinin yer almadığı bilim Strabo, coğrafya
0	mimarisinin yayılışı	Yahudi isyanı Hıristiyanlığın yayılışı	Pliny, Ansiklöpedi Dioscorides, tanımlayıcı botanik Galen, kodlanmış tıp ve fizyoloji	Hero, mekanik, buharlı motor Vitruvius, mimarlık Batlamyus, "Almagest" tanımlayıcı astronomi
100	Su değirmeni	Marcus Aurelus, felsefeci imparator		
200	Şehir ekonomisi ve ticaretinin gerilemesi	Krizler ve barbar işgalleri Dioklet, imparatorluğu sağlamlaştırma çabaları Konstantin, resmi Hıristiyanlık	Zosimus, simyanın yükselişi, damıtma	Pappos, alan ve hacim ölçümü
300		Ariyancılığın kınanması		
400		Batı İmparatorluğunun çöküşü Roma'lıların Gotlar tarafından kovuluşu Augustine, "Tanrının Şehri" Nesturi sapkınlığı		Hypedia cinayeti Proclus, son Yunan Matematikçi

Harita 1

Sulanabilir Nehir Vadileri

Çayırlık Alanlar

Çöl

Demir Devri Yerleşimli Sahiller

III. KISIM

İNANÇ ÇAĞI'NDA BİLİM

Giriş

Bu bölümde, 5. yüzyılda klasik Greko-Romen kültürünün çöküşünden Rönesans'ta yeni bir ekonomik sisteme ve yeni bir deneysel kültüre dayalı yeni bir kültürün doğuşuna dek uzanan uzun bir tarihsel dönem ele alınmaktadır. Bununla birlikte, bu kitabın amacına uygun olarak on yüzyılı kapsayan bu tarihsel süreç kendi içinde dinamik bir bütünlük arz eder. Tüm bu dönem boyunca çürümeye, değişime, iyileşmeye ve büyük ölçüde Helenistik dünyadan kaynaklanan teknikler ve inançlar bütününün içsel dönüşümüne tanıklık ederiz. Bu yalnızca Avrupa için değil, halen çok daha eski bir kültürün egemen olduğu Çin dışında, tekniğin ve bilimin aynı kökenden geldiği Asya için de geçerlidir. Modern bilimin doğuşu, ancak Platon ve Aristo'da özetlenen Helenistik dünya tablosuna [anlayışına] bakılarak anlaşılabilir. Neredeyse tüm bir dönem boyunca -hiç değilse 15. yüzyıla dek- başlıca entelektüel görev bu tabloyu yeniden oluşturmak ve onu, hemen her yerde köleci plütokrasinin çöküşüyle ortaya çıkan -özü itibarıyla feodal- yeni ekonomiye uyarlamaktan ibaretti. Onu, ayrıca eski dünya ile İslam dünyasının çökmesine karşın ayakta kalan ve kendisi de büyük ölçüde bu çöküşün bir ürünü olan dogmatik Hıristiyanlık dininin, gelişimi önleyici entelektüel gereksinmelerine de uyarlamak gerekiyordu.

Bunu gerçekleştirmenin mümkün olması ve yepyeni bir dünya tablosuna gerek duyulmaması, teknik ve ekonomik bakımdan yerini aldığı ekonomiye oranla daha bölük pörçük ve daha ilkel olan feodal ekonominin bütünüyle yeni entelektüel biçimlere çok fazla ihtiyacı olmadığının, dolayısıyla onları geliştiremeyeceğinin göstergesiydi.

Yapabileceği ve yaptığı tek şey, daha küçük bir ölçekte de olsa, klasik çağların tekniklerine oranla çok daha yaygın ve halka daha yakın üretim teknikleri geliştirmekti. V. Kısım'da göreceğimiz gibi *modern bilimi* ve *kapitalizmi* de doğuran 16. yüzyıldaki köklü dönüşümlere yol açan, Ortaçağ'ın sonlarına özgü bu yaşam tarzı ve ona eşlik eden ekonomik değişikliklerdi.

Modern bilimin doğuşunu açıklayabilmek için onun öncellerini, ona yol açan uzun ve karanlık kalmış hazırlık dönemini, klasik kültürlerle ve klasik-öncesi uygarlıklarla İslam, Pers, Hint ve Çin uygarlıklarına neler borçlu olduğunu bilmemiz gerekir. Ve hepsinden önemlisi, bu doğumun nasıl gerçekleştiğini bilmemiz gerekir. 16. yüzyılda İtalya'da yeni bir bilimin ortaya çıkmasına neden olan nedir? Bu bilim neden 17. yüzyılda İngiltere'de, Fransa'da ve Hollanda'da böylesine serpilip gelişebildi? Tarihlerinin çeşitli evrelerinde buna hazır görünmelerine karşın, Hint ve Çin uygarlıkları gibi diğer kültürler neden bu kararlı adımları atamadılar? Bu sorular ve bunları yanıtlama çabası bu bölümün ana temasını oluşturuyor. Ortaçağ'ın sonlarına doğru giderek artan bir oranda teknik ilerlemeyi -özellikle işgücüne duyulan gereksinimi azaltan bir doğrultuda- özendiren ekonomik eğilimlerin bu etkenlerin en önemlisi olduğunu göreceğiz. Bu aynı eğilimler, *feodalizm*in ekonomik yapısının *kapitalizm*e dönüşmesinin de altında yatan nedenlerdir. Gerçekten de, Avrupa'da kapitalizmin gelişimi sırasında yer ve zaman bakımından izlenen yol, bilimin gelişimi sırasında izlenen yolun aynısıdır. Burada, ilk aşamalarda bilimin yeni doğan kapitalizmin gelişimini izlediği ve giderek bu gelişimi nasıl etkilediği gözler önüne serilecektir. Tüm bu dönem boyunca bilimin genel karakteri, ortaya çıkması beklenen farklı bir toplumsal durumun sezilmesiyle değil, bilimi sınırlayan mevcut feodal koşullar tarafından belirlendi.

III. Kısım, Kuzey Avrupa ve Akdeniz ülkelerinde feodal ekonominin doğuşu, gelişimi, olgunlaşması ve çöküşünün yanı sıra Asya'da aynı dönemde görülen fakat tamamen farklı gelişmeleri de kapsamaktadır. Asya'nın dünya kültürüne en büyük katkısı bu dönemde oldu. Bu gelişmeler, doğal olarak pek eşit olmayan iki ayrı bölümde ele alınmaktadır. Önce 5. Bölümde, Avrupa'da klasik tekniklerden

ve bilimden geriye kalanlarla, bunların Suriye'de, Mısır'da, Pers ülkelerinde, Hindistan'da ve Çin'de Helenistik kültürün doğrudan ya da dolaylı etkisi altındaki gelişiminin karakterize ettiği, yedi yüzyıl kadar süren (MS. 450-1150) geçiş dönemi geliyor. Tüm bunların sonuçları, dönemin sonlarına doğru kısa fakat parlak kariyeri sırasında hem bilimin yeni taşıyıcısı hem de yeni bir ilerlemenin itici gücü olan *İslam* kültürü içinde eriyip kaynaştı.

6. Bölüm'de ele alınan ikinci dönem (MS. 1150-1440) yalnızca Avrupa açısından belirgindir. Bu dönem bilim alanında, Helenistik bilimin İslami yorumunun güçlü feodal toplum üzerindeki etkisiyle başlar ve oradan Ortaçağ skolastiğinin parlak fakat kesintili hareketine doğru yol alır. Gittikçe kararsızlaşan feodalizm koşulları altında, teknik ve bilimsel ilerlemenin ağır ama giderek ivme kazanan hareketi bu dönemin belirgin özelliğidir. Bu ilerlemenin kendisi ve ekonomik sonuçları, *modern* bilimin ortaya çıktığı, bir sonraki toplumsal biçim olan kapitalizm yolunu hazırladı. Bunu IV. Kısım'da ele alacağız.

5. Bölüm

FEODALİZME GEÇİŞ DÖNEMİNDE BİLİM

5.1. ROMA İMPARATORLUĞU'NUN ÇÖKÜŞÜNDEN SONRA UYGARLIĞIN GELİŞİMİ

Geleneksel eğitim sistemimizde Roma İmparatorluğu'nun tarihine ve özellikle de onun Batı kısmına öylesine saplanıp kalınmıştır ki, 3. ve 9. yüzyıllar arasında uygarlığın tümüyle yok olduğunu sanırız. Oysa aslında tüm olup biten, antik dünyanın en geç ve yapay olarak uygarlaşmış kısımlarında -İngiltere, Fransa, İspanya, Fas ve Kuzey İtalya'da- köle sahibi patrisyenlerle taşralılardan oluşan zengin bir sınıfın egemenliği altındaki sistemin çökerek yerini zamanla çok daha geniş tabanlı fakat istikrarsız bir feodal düzenin almasıdır. Bu değişimle birlikte gelen barbar istilaları değişimin nedeni değil sonucudur.

Bu sırada, Roma İmparatorluğu'nun geri kalan kısmında İskenderiye, Antakya ve Konstantinopolis gibi büyük kentler hasar görmeden ayakta kalmayı başardılar; giderek daha kısıtlayıcı olmasına karşın düzenli bir yönetim altında varlıklarını sürdürdüler. Roma İmparatorluğu'nun sınırlarının çok ötesinde, İskender'in akınlarıyla birlikte Helenistik etki altına giren Pers, Hindistan ve Orta Asya'yı da kapsayan tüm bir bölgede uygarlık, geç klasik kültürün katı ekonomik, teknik, sanatsal ve bilimsel sınırlamalarından kurtularak serpilip gelişmeye devam etti. İran'da Sasani İmparatorluğu (MS. 226-637), Hindistan'da Gupta (MS. 320-480) ve Kalükya (MS. 550-750) imparatorlukları ile Orta Asya'da daha az bilinen Chorasmian krallıkları (MS. 400-600); tüm bu görkemli kültürler kısmen uygarlaşmış Batı Avrupa dışında ne olup bittiği hakkında çok az bilgi sahibi olduğumuzdan Karanlık Çağlar olarak adlandırdığımız ve tüm

dünyaya büyük bir karanlığın çöktüğünü sandığımız 3. ve 9. yüzyıllar arasındaki döneme rastlar. Üstelik bunların dışında Wei (MS. 386-549) ve T'ang (MS. 618-906) hanedanlıklarının egemenliği altında Çin, erişilmez ekonomik ve kültürel başarıların elde edildiği bir dönem yaşadı. *3.4*

Ekonomik ve siyasal yapıları bakımından tüm bu devletler, Helenleşmiş ve Romalılaşmış ülkelerin kültürlerinin tersine, yaşadıkları bölgede önceden var olan erken Tunç Devri uygarlıklarının oluşturduğu modelden fazla bir sapma göstermediler. Bu devletler, para ekonomisinin ve köleliğin neden olduğu klasik uygarlığı önceden var eden, sonra yıkan yoğun ekonomik ve siyasal mücadelelere asla maruz kalmadılar. Diğer yönlerden bakıldığında, kültürleri birbirinden çok farklıydı. Pers devleti hâlâ kabile esasına dayalı bir soylular sınıfı tarafından yönetilmekteydi ve basit Zerdüşt dini reformcu bir hanedan tarafından yeniden egemen kılınmıştı. Hindistan, 6. yüzyıla gelindiğinde Budizmin denetlemekte yetersiz kaldığı karmaşık bir din ve kast sistemi geliştirmişti. Çin ise atalara tapınma kültünde ifadesini bulan kültürü bakımından hâlâ ilkel klan toplumunun pek çok özelliğini barındırmakla birlikte *3.59*, Konfüçyüs'ün çizdiği yolda iyi eğitimli zengin taşra aydınları önderliğinde ilerliyordu.

Her kültür kendi yolunu izlediyse de, bu dönemde özellikle ticaret sayesinde eskiye göre birbirleriyle çok daha fazla ilişki içindeydiler. Lüks eşyalarıyla sınırlı olmasına karşın geniş bir pazarın bulunması, özellikle dokumacılık, çömlekçilik ve metal işçiliği alanlarında imalat tekniklerinin gelişmesine yol açtı. Dokuma tezgâhı, sulama mekanizması ve Ortaçağ'da Avrupa'nın çehresini değiştiren mekanik ve denizcilik alanlarındaki kilit buluşların çoğu Doğu'da bu zaman diliminde ortaya çıktı. Müzelerimizde bulunan bu döneme ait paha biçilmez eserlerden de anlaşılacağı gibi, sanat alabildiğine gelişti. Helenistik sanat Hindistan ve ötesinde büyük bir hevesle benimsenmiş olmasına karşın, hızla dönüştürülerek onun soğuk ideal biçimlerine yeni ve duygusal bir canlılık kazandırıldı.

Bilime gelince; Hindistan ve Çin dışında bu konuda fazla bir şey bilmiyoruz. Bununla birlikte, bilimin İslam'ın itici [devindirici] değilse de koruyucu kanatları altında sonradan gösterdiği hızlı geliş-

meye bakarak İran'da ve Orta Asya'da da bilim tohumlarının serpilmiş olduğunu anlayabiliyoruz. Yunan biliminin özellikle matematik, astronomi ve tıp alanlarında gözle görülür bir etkisi oldu. Ve bilim bu yeni ortamda kök salarak kendi ülkesinde artık gerçekleştiremeyeceği bir gelişme gösterebilmiştir. Bütün bu gelişmeler daha sonra ortak bir kültürel ilerlemeye katkıda bulundular; fakat tek başlarına alındıklarında, kendilerine eşlik eden temel ekonomik değişimler kadar önemli değillerdir.

Roma İmparatorluğu'nun gerilemesi ve çöküşü tüm bir insanlık tarihinde belirleyici bir çağa işaret eder. Roma İmparatorluğu gücünün doruğunda olduğu bir dönemde dünyanın en büyük devletiydi. Askeri ve sivil örgütlenmesi ile ticareti, büyüklük bakımından ilerleyen yüzyıllar boyunca hiçbir insan topluluğunun erişemeyeceği sınırlara ulaştı. Çin İmparatorluğu dışında, ne aynı topraklarda onun yerini alan devletler ne de diğerleri böylesine geniş bir bölgeyi kapsayan, böylesine uzun ömürlü bir örgütlenme gösterebildiler. Kaldı ki Çin devletinin örgütsel karakteri de klasik devletlerinkinden çok farklıydı. Roma'nın plütokratik köleci ekonomisi daha önce değindiğimiz nedenlerden ötürü parçalanıp dağılınca, hemen her yerde arkasında merkeziyetçi olmayan yeni bir ekonomik ve siyasal sistemin tohumlarını bıraktı.

Roma'nın çöküşü ile ondan iki bin yıl önce Tunç Devri uygarlıklarının çöküşü arasında, ortaya çıkan sonuçlar bakımından belirgin benzerlikler olmakla birlikte çok daha büyük farklılıklar bulunmaktadır. Her ikisinde de yaşam daha düşük bir teknik düzeyden yeniden yoluna devam etti. Ne var ki, sonrakinde yaşanan ekonomik çöküş, en azından Avrupa'da çok daha büyüktü. Öte yandan, ileride göreceğimiz gibi, bilgi ve kültür ilkine oranla büyük ölçüde kurtarılabildi. İlkinde de olduğu gibi asıl yok olan büyük ölçekli işlemlere; ulaşım olanaklarının [elverişli kara ve deniz taşıtlarının], uzak bölgeler arası ticaretin; su dağıtım şebekelerinin vb. varlığına bağlı bulunan her şeydi. Ne var ki, Roma İmparatorluğu'nun yerini alan şey, Demir Devri'nin başlangıcına işaret eden ve sonunda demokratik site devletlerine dönüşen hareket halindeki ticari (tüccar) insan topluluklarından bütünüyle farklıydı.

Feodalizme geçiş

Doğu İmparatorluğu'nda kentler sürekli var olmasına karşın, yeni düzenin ekonomisi her yerde esas olarak kıra dayalıydı; [ekonomik] birim, alınıp satılabilen kölelerden çok ağır yüklerine karşılık kendilerine verilen birtakım haklarla sonsuza dek toprağa bağlanmış serflerin çalıştığı yurtluklar, villalar ya da malikânelerdi. Bu yurtluklar Doğu İmparatorluğu'nda çoğunlukla eski kent plütokrasisinin torunlarınca ya da Almanlar ve Araplar tarafından işgal edilen topraklardaki barbar kabile şeflerince mülk edinildi. Kır ekonomisi, hem mülk sahiplerinin çoğunun önceden kentlerde yaşadığı Doğu bölgelerinde hem de ulaşım olanaklarının yetersizliği nedeniyle yurtluklarındaki malikânelerinde yaşadıkları Batı'da esas olarak feodaldı.

Çoğu durumda köylüler, *koloniler*, serfler, *reayalar*, topraklar ve tarım aletlerinin mülkiyetini ellerinde bulunduruyorlardı. Ne var ki ürünlerinin ya da iş güçlerinin bir bölümünü rant, vergi ya da bey hakkı [feodal hizmet] biçiminde efendilerine vermek zorundaydılar. Topraktan yararlanma ölçüsü Batı'da bir geçim ekonomisine dönüştü; fakat teknik düzey Demir Devri'ne oranla biraz daha yüksekti. Doğu'da her zaman ticaret için belli bir ürün fazlası kalıyordu. Feodalizme geçiş, kuşkusuz birdenbire olmadı, birkaç yüzyıl sürdü; dönüşümün hızı her yerde farklıydı. Feodalizm tam anlamıyla yayılamadan merkezde çökmeye başlamıştı bile. Feodalizm eski Yunan'ın veya Roma İmparatorluğu'nun topraklarıyla sınırlı değildi. Avrupa'da ve Asya'da yeni topraklar tarıma açıldıkça, egemen ekonomik tarz olarak yayılmaya devam etti.

5.2. İNANÇ ÇAĞI

Feodal üretim koşulları, işe yarar bilime duyulan talebi en aza indirdi. Bu talep, Ortaçağ'ın sonlarında ticaret ve denizcilik yeni ihtiyaçlar ortaya çıkarıncaya dek tekrar yükselmedi. Entelektüel [düşünsel] çabalar başka yönlere kayacak ve büyük ölçüde, uygarlığın yepyeni bir unsurunun *-örgütlü dini inançların-* hizmetine girecekti.

Örgütlü dini inançların çağımızın ilk yüzyıllarında egemen siyasal ve toplumsal güç olarak ortaya çıkışı kesinlikle Hıristiyanlıkla

sınırlı kalmadı. Bu gelişme, farklı bölgelerde pek çok benzer özellikler taşıyan ve aynı olasılıklara bağlı olarak ortak bir ihtiyaçtan doğan dünya çapında bir fenomendi. MS. 3. ve 7. yüzyıllar arasında Hıristiyanlığın, İslam'ın, Çin'de ve Güneydoğu Asya'da ise Budizmin gücünü ve etkisini artırdığına tanık oluyoruz. Budizm ile Pers topraklarındaki [İran'daki] Zerdüştlüğün birer din olarak yedi yüzyıl kadar önce kurulduklları doğrudur; fakat bunların öğretilerinin tam olarak belirlenip düzenlenmesi ve ruhban sınıfının örgütlenmesi bu dönemde gerçekleşmiştir. En çok biçimli, en örgütsüz din olan ve Hindistan'da Budizmin yerini alan Hinduizmin kuruluşu ve kutsal kitaplarının düzenlenmesi de bu döneme rastlar.

İnsanlık, tarihinde ilk kez, belli [ve değişmez] bir inanç sistemine dayalı dinlere ve bunları benimsetip yerleştirecek araçlara gerek duyulmuş gibi görünmektedir. Bu ikincilere -dinleri benimsetip yerleştirecek araçlara- duyulan gereksinim örgütlü dinlerin hemen hepsinde farklı derecelerde de olsa ortak olarak bulunan birtakım özellikler yardımıyla açıklanabilir. Bu ortak özellikler hiyerarşik bir ruhban sınıfı, düzenli ayinler, evrensel bir düzene olan inancı içeren ve birleştirici bir nokta olarak işlev gören, kutsal kitaplarda somutlaşmış bir *ilkeler bütünüdür* [*amentü*]. Bunlara ek olarak daha değişken yardımcı unsurlar da bulunur; ya münzeviler, fakirler ve yogiler gibi tek başına ya da keşişler, lamalar, dervişler gibi grup halinde çile çekenler, dilenenler, vaaz verenler ve tek tük de olsa çalışanlar gibi adanmışlar. Bu uygulamalardan bazıları örgütlü dinlerden çok daha öncesine dayanır ve gerçekten de en ilkel kabilelerde bile izlerine rastlanır. Fakat burada, gelişmiş kent yaşamına uygun yeni bir görünüm kazanmışlardır. Münzevilerle keşişler çöküş dönemlerinde baskıcı ve günahkâr kentlerden kaçışın dinsel yanını temsil ederler. Dünyevi temsilciler ise imparatorluğun vergi tahsildarlarından kurtulmak için kırlardaki yurtluklarına çekilen zenginlerdir.

Yeni örgütlü dinlerin en önemli özelliği Kilise[14] ile telkin ettiği ilkeler bütünü -itikat- arasındaki uyumdur. Ortak ibadetler ve ortak felsefi inançlar bu uyumu yansıtır. Bunların, Muhammed'in deyişiy-

14 Burada "Kilise", herhangi bir dine özgü temel kurum anlamında kullanılmıştır (ç.n.)

le "kitaba inananlar"ın dinleri oluşu, sınırlı da olsa sayıca kalabalık bir sınıfın belli bir düzeyde edebi kültüre sahip olduğunu gösterir. Kilise'deki ayin ve hizmetlerin bütün halka açık olması ruhban sınıfının aynı zamanda evrensel yani katolik [katolik sözcüğü evrensel, genel, herkesi kapsayan anlamlarına gelmektedir] bir rıza aradıklarını da gösterir. Yeni dinler devrimci oluşum evrelerinden çıkar çıkmaz esasen kurulu düzeni pekiştirici birer örgüt haline geldiler. Çoğunlukla farkında olmadan, fakat bazen de bilinçli olarak toplumsal düzeni, değişmez bir evrenin ayrılmaz parçası gibi göstererek halka benimsetmeyi amaç edindiler. Bu arada tanrılar, mucizeler ve öteki dünyaya dair düşlerle dikkatleri başka yöne çektiler ve bu dünyanın haksızlıklarına karşı semavi [göksel] bir denge kurdular.

İlk Hıristiyanlık

Bu saydıklarımız özellikle Hıristiyanlığın ilk aşamalarında göze çarpar. Bu, tarihin bilinmesi bilimin kavranması bakımından son derece önemlidir. Çünkü İslam'ın egemen olduğu kısa dönem dışında modern bilim Hıristiyanlığın çerçevesi içinde gelişip olgunlaştı. Hıristiyanlık, Roma İmparatorluğu'nun egemenliği altındaki halkın sıkıntılarından ve özlemlerinden doğdu. Hıristiyanlığın ilk olarak en çok ezilen değilse bile, en asi topluluk olan Yahudiler arasında ortaya çıkması tesadüf değildir. İsa'nın kendisi -umutla beklenen Mesih- bir devrimci olarak görüldü ve devrimcilerin akıbetine uğradı. İlk Hıristiyan toplulukları ya Essene'lerdi[15] 3.36 ya da kendilerine onları örnek almışlardı. Bunlar kapalı, ekonomik olarak kendi kendilerine yeterli, toplumcu Yahudi gruplarıydı ki hem köken olarak devrimci olan Makkabi'lerin servetle ve yabancı geleneklerle yaptıkları uzlaşmayı hem de Farisilerin şekilci partikülarizmini[16] reddediyorlardı.

Demokratik Yahudi gelenekleri ile kurulan bu ilişki, özellikle de bu dünyanın egemenleriyle her türlü uzlaşmanın reddedilmesi, ilk Hıristiyanlığa yaygın bir halk desteği sağladı. İnançlarından dola-

---

15 Essene: İsa'nın doğumundan hemen önce ve sonra Filistin'de yaşamış bir Musevi tarikatı (ç.n.)

16 Partikularizm: Tanrı'nın inayetinin sadece seçilmiş kişilere munhasır olduğunu iddia eden öğreti (ç.n.)

yı Hıristiyanlara resmi güçlerce eziyet edilmesi bu desteği daha da pekiştirdi. Hıristiyanlığın halk açısından cazibesi, ortaya çıkışından sonraki ilk iki yüzyılda en üst seviyedeydi. Bu dönem aynı zamanda imparatorluğun zengin ve kültürlü yurttaşlarına en sağlam ve en görkemli göründüğü zamanlardı. Roma yönetimi sıradan insanlar ve köleler üzerinde acımasız bir baskı uygulamaktaydı. Onların bu dünyada hiç umutları kalmamıştı ve ölümden korkmaları için de bir neden yoktu. Hıristiyanlık, Museviliğe göre çok daha geniş bir alana yayılabildi. Çünkü bir taraftan Museviliğin halkın gözündeki cazibesini kendi içinde koruyup sürdürürken, diğer taraftan onun kabile partikülarizmini üzerinden atmıştı. Hıristiyanlık bu kargaşa dönemlerinde ortaya çıkan diğer mistik dinlerden -örneğin Mitraizmden- çok farklıydı. Dışarıdan bakıldığında itaatkâr gibi görünse de, zalim ve günahkâr klasik uygarlık içinde yer almamaya kesinlikle kararlı, son derece kapsamlı bir örgütlenme oluşturmuştu. Dolayısıyla, başlangıçta kaçınılmaz olarak büyük kentlerdeki ezilen alt sınıfların özlemlerini temsil eden ve üst sınıf Helenizmine karşı Doğu halklarının ulusal tepkilerini dile getiren siyasal bir hareket halini aldı.

Ne var ki, Hıristiyanlık uzun süre alt sınıflara özgü bir din olarak kalmadı; yavaş yavaş daha kültürlü ve eğitimli kimselerin bu dini seçmesiyle, klasik dünyaya ait olan pek çok görüş Hıristiyanlık öğretisinin içine sızdı. Bu görüşlerden bazıları, özellikle Platonculuk ve dinin "öteki dünya" anlayışını vurgulamakta son derece yararlı olan onun yarı-Hıristiyanlaşmış dalı neo-Platonculuk, diğerlerine oranla çok daha kolay özümsendiler.

Dinin iki yönü -herkesin ilahi adalet karşısında hesap vereceği kıyamet günü ve bu dünyada Tanrı'nın krallığının kurulacağı görüşlerinde ifadesini bulan halkçı devrimci vahiy yönü ile egemen sınıflarca çok beğenilen öteki dünyacı ruhani tutum- tüm Hıristiyanlık tarihi boyunca varlığını koruyarak günümüze ulaştı. ***2.42a***

Gibbon'un zamanında mazur görülebilirse de, günümüzde klasik uygarlığın ekonomik ve kültürel çöküşünden Hıristiyanlığı sorumlu tutmak yanlış olur. Bu çöküşün nedenleri daha önce göstermiş olduğumuz gibi içseldir. Bununla birlikte, klasik uygarlığın yerine koyduğu kültürün karakterinin belirlenmesinden, sonraki karanlık

Ortaçağ'da belirgin bir rol oynayan Kilise sorumlu tutulmalıdır. Kilise, Batı'daki (Batı Roma) imparatorluğun çöküşü sırasında ayakta kalmayı başaran geç-klasik dünyaya ait tek istikrarlı kurumdu. Üstelik bu çöküşün tamamlanmasından uzun zaman önce imparatorluğun eski sınırlarının ötesine sızmış, İrlanda'dan Kafkasya'ya dek Avrupa'nın geniş bir kısmını kaplamış, ayrıca Asya'ya da yayılmıştı. Kültür ve hatta okuryazarlık, eski Mısır'dan bu yana görülmeyen bir oranda, yalnızca ruhban sınıfına özgü olarak kaldı. Kilise, ruhani işlevlerinin yanı sıra eğitim, yönetim ve Ortaçağ'ın başlarından itibaren de hukuk ve tıp alanlarında ipleri eline aldı.

Kilise örgütlenmesi

Kilise'nin imparatorluğun çöküşünün ardından ayakta kalmayı başarması bir tesadüf değildi; çünkü çok daha sağlam siyasal ve ekonomik temellere sahipti. Gerçekte devrimci bir hareket olarak ortaya çıkan Hıristiyanlık -ki öteki dünyayı hedeflediği doğru olmakla birlikte yine de sivil yönetime açıkça karşı çıkıyordu- daha başlangıçta kısmen ajitasyonal (agitational), kısmen de ekonomik olarak kendini güvenceye alan kapalı bir örgütlenmeye sahip oldu. Bu örgüt önceleri yaşlı üyeleri -*presbuteroi*, papazlar- ve onların hizmetkârları -*diaconoi*, diyakozlar, deanler- aracılığıyla her Hıristiyanla tek tek kişisel ilişki kurabiliyordu; böylece imparatorluğun hiçbir memurunun hayal bile edemeyeceği bir biçimde onların desteğini almayı başardı. Daha sonra, ikinci yüzyılda, kilise sayısı arttıkça doktrin üzerine yürütülen tartışmalarla kişisel çekişmelerin bölünmeye yol açmasını önlemek için daha gelişkin bir örgütlenmeye gerek duyuldu. Örgütlenme devlete paralel bir tarzda kuruldu ve genellikle aynı terimleri kullandı: *Ecclesia* -eglise- kilise; *basilica* -kraliyet sarayı ve *diocese* -piskoposluk bölgesi; vb. Müfettişler -*episcopoi*, piskoposlar- göreve atandı ve daha sonra bu piskoposların en önemlileri Kudüs, Roma, Konstantinopolis, İskenderiye ve Antakya kentlerinin ulu *patrikleri* haline geldiler. Roma'daki ulu patrik kendisini kutsal peder, Papa, Tanrı'nın yeryüzündeki temsilcisi ve Pontifex Maximus ya da Baş Köprü Yapımcı-

sı -bir zamanlar yalnızca Tiber nehri üzerinde bulunan ama artık dünya ile cennet arasında olan köprünün baş yapımcısı- *3.1a* ilan etmeden önce yüzyıllar geçti.

3. yüzyıla gelindiğinde Hıristiyan kilisesi henüz nüfusun küçük bir azınlığını içinde barındırmasına karşın imparatorluğun en güçlü, en yaygın ve en etkili siyasi örgütü konumundaydı. Onu yok etmek için uygulanan acımasız zulüm ve işkenceler hiçbir işe yaramadı. 4. yüzyıla gelindiğinde ise imparatorluğu kurtarmanın tek yolunun kilisenin yönetimini ele geçirmek olduğu iyice anlaşılmıştı. Konstantin, kendisi Hıristiyan olmadan çok daha önce, MS. 337'de bu son adımı attı.

Paganizmin sonu

Kilise bir kez iktidara gelip hem himaye etme hem de cezalandırma gücünü eline geçirince, en azından kentlerde yaşayan paganlar kısa sürede sindirildiler. Kaldı ki ortada önemli bir direniş de yoktu. Olimpos'ta yaşayan tanrılara artık kimse ciddi olarak tapmıyor, onlara ibadet etmek züppelik sayılıyordu. Felsefeye gelince, Hıristiyanlık hemen her okulu kendi içinde barındırıyordu. Kilise'nin hâlâ hoşgörü ile karşılamadığı tek şey, Hıristiyanlığın vahiy kitabından [Kitab-ı Mukaddes'in son cüzünden] resmi olarak bağımsız olan felsefelerdi. Ancak bunlar bile genelde doğrudan bir baskı görmüyorlardı. Matematikçi Hypatia'nın öldürülmesi izlenen siyaset gereği değil, denetimden çıkan manastır keşişlerinin coşkusuyla gerçekleşmişti. Klasik bilimin sonunu gösteren daha tipik bir örnek, Atinalıların okullarının büyük Hıristiyan İmparator Jüstinyen tarafından MS. 529 yılında kapatılmasıdır. Son profesörlerin, Pers İmparatoru Chosroes'in Jundishapur'daki yeni üniversitelerine gitmesine izin verildi. Ne var ki profesörler, oradaki atmosferi yadırgayınca Chosraoes tarafından, rahatsız edilmeyeceklerine dair bir anlaşma sonucunda geri gönderildiler.

Günümüzde John Philoponos olarak bilinen filozofun aynı tarihlerde (MS. 530) Hıristiyanlığı kabul etmesi, gelecek açısından çok daha büyük önem taşıyordu. Philoponos, Hıristiyanlığı seçerken samimiydi; daha sonra İskenderiye'de bir tür Hıristiyan tarikatı

olan "Philoponoeler" yani "çileseverler" grubuna katıldı. Bu tarikat esas olarak "pagan filozoflara karşı mücadele etmek ve zaman zaman Mısır tanrılarının son tapınaklarına saldırmak"la meşguldü. Philoponos sonunda ipin ucunu kaçırarak aşırı teslisçi[17], üç tanrıcı bir sapkın haline geldi. Pagan felsefeyi yadsırken büyük bir cüretle Aristo'nun hareket teorisini de inkâr etti ve "impetus" doktrinini ileri sürdü. Araplardan ve skolastiklerden bir ölçüde destek gören bu doktrin, Galileo'nun elinde modern dinamiğin doğuşuna yol açtı.

5.3. DOGMA VE BİLİM

Hıristiyanlığın zaferi Batı'da dördüncü yüzyıldan sonra, Doğu'da ise İslam'ın yükselişine dek, bilimi de kapsayan tüm bir entelektüel yaşamın kaçınılmaz olarak Hıristiyan dogması temelinde dile getirilmesi ve giderek kilisenin tekeline girmesi anlamına gelmekteydi. MS. 4. ve 7. yüzyıllar arasında, dağılan Roma İmparatorluğu'nun hüküm sürdüğü bölgelerdeki düşünce tarihi, Hıristiyan düşünce tarihidir.

Hıristiyanlığın ilk günlerinde bilim ve kültür, nefret edilen pagan üst sınıflarla özdeşleştirilmiş ve kuşkuyla karşılanmıştı. Ne var ki bu tutum uzun sürmedi. Kültürel üstünlük kurma arzuları başgösterince, İsa'nın insancıl mesajları kiliseye yetmez oldu. St. John'un İncil'inde görüldüğü gibi, tanrısal söz -logos-mistik- kültüyle Platonculuk, daha inceltilmiş bir biçimde de olsa, daha kuruluş aşamasında işe karışmıştı bile; Bu, St. Paul'un mesajında da göze çarpıyordu. ***2.42***

Ortodoksluk ve sapkınlık

Kilise'nin -dini metinleri kaleme alan ileri gelenleri- özellikle de neo-Platonculuğun kurucusu Platinus'un okul arkadaşı Origen (t. MS. 185-253), antik felsefenin işe yarar kısımlarını Hıristiyan dogmasının içine almak için işe koyuldular. Bu felsefenin önemli bir kısmı, zaten farkına bile varılmadan orada kendine bir yer bulmuş durumdaydı. Fakat yine de oldukça güç bir görevdi bu; zorluk kısmen Eski Ahit'e kaynaklık eden felsefenin çok farklı olmasından ileri ge-

17 Teslis: Hıristiyanlıkta, Tanrı'nın üç ayrı kişiliğinin - baba, oğul, kutsal ruh - birliği ilkesi (ç.n.)

liyordu. Bu durum, kaçınılmaz olarak tarafların her birinin kendini Ortodoks ilan edip karşısındakini sapkınlıkla suçladığı tartışmalara yol açtı. Doğu Hıristiyanlığının bölünmesine ve Arianizm, Nasturizm ve Monofizizm mezheplerinin ortaya çıkmasına yol açan 4. ve 5. yüzyılların büyük tartışma ve sapkınlıkları, önemli ölçüde ruhun niteliği, ayartılabilir ya da ayartılamaz bedenlerle ilişkisi üzerine görüşlerin yorumlanması çerçevesinde yaşanmaktaydı.

Bu tartışmalar, Kilise'deki temel demokrasinin gereği olarak görünürde Piskoposlar Konseyi tarafından çözüme bağlanıyorsa da, karar çoğunlukla imparatorun desteğini kazanan tarafın lehine çıkıyordu. 4. yüzyılda Tanrı'nın niteliği hakkında yürütülen tartışmalar sonucunda büyük Arian mezhebinin sapkınlık içinde olduğu 325 yılında İznik Konseyi'nde bu şekilde karara bağlandı. Athonasius, kendi teslis inancını zorla kabul ettirdi. Ancak zaferi neredeyse iki yüzyıl sonra Jüstinyen, Arian Gotları'nı yenilgiye uğratana dek kesinleşmedi.

5. yüzyılda, Kutsal Kitap'a bağlılık geleneği ile Platonculuk arasında, kendi Manişeizm [Manicilik] deneyiminden türettiği ve Hıristiyanlığın, özellikle de Püritanizmin peşini hiç bırakmayacak olan alınyazısı [Takdir-i ilahi] vurgusunun güçlü bir biçimde hissedildiği bir bileşim [sentez] yaratan St. Augustine (354-430), inanç ile felsefe arasında bir uzlaşma sağladı. Bu uzlaşma, esas olarak Zerdüşlüğe özgü iyi ile kötünün (Ormuzd ile Ariman) kozmik çatışması ve ona eşlik eden şeytan ve Cehennem Ateşi düşüncelerini kapsıyordu. Bu Augustineci uzlaşma kalıcı olmadı; sapkınlıklar birbirini izledi. Bu görüşleri bastırma çabası tüm bir Ortaçağ boyunca devam etti ve sonunda Reformasyon'la birlikte bu çabalar bütünüyle başarısızlığa uğradı.

Tartışmaya açık olmakla birlikte, teolojiye temel oluşturan felsefeler öteki dünya inancına dayalı bir din tarafından kolayca özümsenebilmekteydi; oysa gözleme ve deneye dayalı bilimler söz konusu olduğunda iş değişiyordu. Bu bilimler, her şeyden önce kurtuluş (selamet) için tek kelimeyle gereksizdiler; ikincisi, salt duyulara bağlı olduklarından vahyin değerini düşürüyorlardı. Bu tutumun üstesinden gelinebilmesi için asırlar boyu çaba gösterilmek zorunda kalındı. Başarı ise, çürümekte olan Roma İmparatorluğu'ndan çok farklı bir ekonomik ve toplumsal ortamda elde edilebildi.

Bütün bu dini tartışmalar sırasında doğa bilimleri ağır bir yara aldı. Klasik felsefe, özellikle son günlerinde yeterince saçmalıkla doluydu. Eski ve Yeni Ahit [Tevrat ve İncil], asla doğa üzerine tefsirler [yorumlar] olarak düşünülmedi. Babiller'den bu yana tüm çağların mitolojik ve felsefi yorumlarını içerdiklerinden, doğal olarak çelişkilerle doluydular. ***2.42.a*** Felsefe ile Kutsal Kitap'ı birleştirme girişimi, akla meydan okuyan, doğanın açık bir biçimde kavranmasını engelleyen bir görevdir. İnanç ile aklı, birini allegorileştirmeden veya değerini çarpıtmadan -yani her iki durumda da dürüst düşüncenin önüne geçmeden- uzlaştırmak olanaksızdı.

Günümüzde, antik çağların bilimini koruyup bugüne taşıdığı gerekçesiyle Kilise'yi methetmek moda oldu. Oysa ileride göstereceğimiz gibi, bilimin ayakta kalmasının nedeni, kilisenin koruyuculuğu değil, aksine gerçek dünyanın sorunlarının üstesinden gelmede inancın yetersiz kaldığı durumlarda gösterdiği başarıdır. Bilim, kendini köhnemiş çelişkili inançlarla uzlaştırmak için yüzyıllar boyunca gösterilen çabalar sayesinde değil, bu çabalara rağmen ayakta kalmasını bildi. Darwin'in evrim teorisi üzerine yürütülen tartışmalara varıncaya dek ele alacağımız her durumda tek tek göreceğimiz gibi, doğrulukları apaçık ortada olan çözümler Tekvin'le [Kutsal Kitap'ta yaradılış öyküsünün anlatıldığı bölüm] uyuşturulamadıklarından yıllarca göz ardı edilmiştir. Bunu söylemekteki amacımız Kilise'yi ya da yaşadıkları dönemde sahip oldukları bilgiler ışığında ellerinden gelenin en iyisini yapmaya çalışan bilim insanlarını suçlamak değildir. Suçlanması gerekenler, bugün çok daha fazlası bilindiği halde aynı tutumu sürdürenlerdir. Bilimin, Hıristiyanlığın egemen olduğu dönem boyunca Rönesans'a gelinceye dek çok yavaş ilerlemesinin nedeni Kilise değil, Kilise'nin aydınlanma karşıtı [obskürantist] tutumu ile uzun süre ayakta kalmasını sağlayan ekonomik koşullardır. Feodal koşullar altında bundan daha hızlı bir ilerleme gösterilmesi mümkün değildi.

5.4. HELENİZME TEPKİ

Suriye ve Mısır'da bilim

Arianizmi pek çok başka sapkınlık izledi. Ancak bunlardan ikisi, -Nesturiler ve monofizistler [tek-doğacılar] Mısır'da ve Suriye'de He-

len karşıtı güçlü bir ulusal harekete önayak olup bilimin tüm Asya'ya yayılmasını sağlayarak ve İslamiyet'in zaferine giden yolu açarak diğerlerinden ayrı, özel bir önem kazandılar. Hıristiyanlık imparatorluğun resmi dini haline gelince, gizli ulusal ve bölgesel bağımsızlık hareketleri kaçınılmaz olarak sapkın mezhepler etrafında toplandılar. Bu mezheplerin neyi savundukları, hareket açısından aslında pek fazla önem taşımıyordu. MS. 428'de Suriyeli keşiş Nestor, Meryem'in Tanrı'nın annesi olarak adlandırılamayacağını, çünkü onun İsa'nın tanrısal değil insani yanının annesi olduğunu savundu. Nestor, Efes Konseyi'nde mahkûm edildiğinde (MS. 431), onu destekleyen binlerce Suriyeli din adamı, keşiş ve mürit de onunla birlikte cezalandırılma tehlikesiyle yüz yüze kaldı. Nestor'un taraftarları nefret edilen Bizans yönetimine meydan okuyarak Yunanlı memurlara ve üst sınıflara karşı sönmekte olan Suriye milliyetçisi duygularının yeniden canlandığını gösterdiler. Söz konusu cezalandırmalar, imparatorluk sınırları içinde direnmeyi olanaksız kılacak kadar etkili olduğundan, Nesturilerin çoğu sınırı geçerek Sasani hükümdarlarının da desteğiyle kültür düzeyinin alabildiğine yüksek olduğu İran'a vardılar. İran'da Zerdüştlük resmi din olmasına karşın Nesturiler engin tıp ve astronomi bilgileri sayesinde çok iyi karşılandılar ve Jundishapur'da kralın sarayının yakınlarına bir yere yerleşip orada ünlü bir gözlemevi kurdular. Nesturi keşişleri İran'ın dört bir yanına dağılarak dinlerini yaydılar ve Çin gibi uzak bölgelerde bile kiliseler kurdular.

On altı yıl sonra, İskenderiyeli Eutyhkes (378-454), sapkın Nesturi mezhebini bertaraf etme arzusuyla İsa'nın insani ve tanrısal doğasının bir ve aynı olduğunu söyleyecek kadar ileri gitti. Bu tek-doğacı –Mono-fizite– sapkınlık imparatorluğun baskısıyla Kalkedon [Kadıköy] Konseyi tarafından anında mahkûm edildi. Mısırlı din adamlarının hemen hepsi ve Suriye'dekilerle Küçük Asya'dakilerin [Anadolu] pek çoğu bu yasağı tanımadıklarını bildirdiler. Mısır ve Habeşistan Hıristiyanları günümüze dek monofizist olarak kaldılar.

Cezaya çarptırılan monofizistler İran'a kaçarak orada Nesturilerle çekişmeye başladılar. Onlar da, Helenizm tozunu üzerlerinden silkerek teolojik amaçlarla yöresel bir Suriye bilimi kurdular. Büyük Yunanlı filozofların eserlerinin Süryaniceye çevrilmesiyle, Yunan bi-

liminin ilk bağımsız ulusal dalı kurulmuş oldu. Bu gelişmeler, Yunanistan'da ve tüm Akdeniz'de olduğu gibi, İngiltere'den Asya'nın uzak bölgelerine kadar uzanan geniş bir bölgede de Yunanlılarla başarılı bir rekabete girişen Suriyeli tüccarların gerçekleştirdiği güçlü ekonomik atılımla aynı zamana rastladı.

Hint kültürünün yeşermesi

Roma'nın çöküşünü izleyen 500 yıl içinde bilimin merkezi Fırat'ın doğusuna kaydı. 5., 6. ve 7. yüzyıllarda Mısır'ın ve Suriye'nin yanı sıra Hindistan'da da kültürel bakımdan büyük bir ilerleme yaşandı. Güçlü Kalükya ve Gupta hanedanlarının koruyucu kanatları altında, takatı kesilmiş Budizmin yerini görkemli Elephanta ve Ellora tapınaklarının tanıklık ettiği Hinduizm Rönesansı aldı. Tüm dünya açısından en önemli olanı ise bilimde, özellikle matematikte ve astronomide kaydedilen yeni gelişme idi. Bu gelişme 5. yüzyılda iki Aryabhata, 7. yüzyılda da Brahmagupta'nın adıyla anılmaktadır. Burada temel, doğrudan Babil'den alınan birtakım eklemelerle birlikte Helenistik bilimdi. **2.35**

Hindu rakamları: Sıfır

Bu dönemde belirleyici niteliği olan çok önemli bir gelişme kaydedildi: *Basamakları* ve sıfırı bulunan bir *sayı sistemi*. Günümüzde Arap *rakamları* olarak adlandırdığımız ve hesap yapmayı bir çocuğun bile kolaylıkla öğrenebileceği bir işlem haline getiren bir sistemdi bu. Batı'da bu sistemden ilk söz edenin –622 yılında– Suriyeli monofizist bir piskopos olan Severus Sebockt olması dikkat çekicidir. Bir diğer Suriyeli, Edesalı Job (t. 800) var olan dokuz rakamı, hayal gücünü epey zorlayarak dokuz melekten oluşan bir koro ile özdeşleştirirken, sıfırın yuvarlaklığını da şu sözlerle açıkladı: ***3.25***

> Sayma işi bir çeşit daire çizerek tamamlanır. Bu nedenle eskiler, işaret parmağı ile başparmak birleştirildiği zaman arada kalan boşluğu 10 rakamın ilki olarak almışlardır. Gerçekten de, kullanmakta olduğumuz sayılar onlu hale gelince dururlar, geri dönerler ve sonsuza dek bu şekilde birbirlerinin üzerine yığılırlar.

Bilim ve sanat da içinde olmak üzere Helenistik kültürün unsurları bu dönemde Budizm aracılığıyla Çin'e hatta Japonya'ya bile nüfuz etti. Buralarda, henüz gelişme aşamasında bulunan fakat bilim ve teknolojinin ana koluna katkısını daha sonra yapacak olan eski Çin kültürü ile harmanlandı.

Bizans kültürü

Bir bütün olarak ele alındığında 6. ve 7. yüzyıllar Karanlık Çağlar'ın en karanlık dönemi olmak şöyle dursun, Yunan mirasının yeni güzellikler ve yeni düşünceler doğurmak üzere dört bir yana yayıldığı, uygarlığın dünya çapında gelişmekte olduğu bir dönemi temsil eder. Bu durum, sınırlı da olsa ayakta kalmayı başaran ve artık neredeyse tamamen Yunanlaşmış olan Konstantinopolis'in Doğu İmparatorluğu için de geçerlidir. Orada, Jüstinyen (t. 482-565) gibi imparatorların yönetimi altında, Ayasofya'nın mozaiklerinin ve mimarisinin de tanıklık ettiği üzere, sanatta ve teknikte büyük bir canlanma oldu. Ne var ki Yunan felsefe ve bilim geleneği Bizans kültürü içinde korunduysa da, gelişmek için gerekli güçten yoksun kaldı. Bunun nedeni kısmen din adamlarının aydınlanma karşıtı tutumları [obskürantizm] olmakla birlikte -ki bunun sorumlusu Atina okullarını kapatmış olan Jüstinyen'di- asıl neden, Yunan geleneğinin kendi anayurdunda artık ölmüş olmasıydı. Saygı gören fakat heyecan uyandırmayan bu geleneğin yürürlükteki gerçekliklerle; manastır rekabetleriyle, saray entrikalarıyla ve hipodrumdaki at yarışlarıyla hiçbir ilgisi bulunmamaktaydı.

Klasik kültürün yayılması

Tıpkı 2000 yıl öncesinde eski Nehir uygarlıklarının çöküşünde olduğu gibi, klasik uygarlığın çöküşü de bilim açısından asla tam bir felakete dönüşmedi. Giderek klasik uygarlığın yerini alan yeni uygarlık, Yunan döneminin başlarındaki son derece umut verici bir tarzda başlayan ilerlemenin önünü tıkayan birtakım kısıtlamalardan kaçınmayı başardı. Ne var ki bu iki dönüşüm [geçiş] çok önemli bir etkenle birbirinden ayrılmaktadır. İlk uygarlıkların kültürüyle Yunan kültürü

arasında bilinçli bir süreklilikten pek fazla söz edemeyiz; soydaşlık ya da saygı duygusu ise hiç yoktu. Oysa klasik kültürle Suriye, İslam, Ortaçağ ve özellikle Rönesans Avrupa'sının kültürleri arasında yazılı belgelere dayalı bir sürekliliğin yanı sıra Antiklerin mirasçısı olduklarına dair güçlü bir duygu birliği de vardı. Gerçekten de geleneksel bağ hiç kopmamış, Ortaçağ boyunca gerek Müslüman gerek Hıristiyan bilginler, klasik çağların büyük düşünürlerinin eserlerine ulaşabilmişlerdi. Bu eserler, başka pek çok eserle birlikte Rönesans döneminde matbaa aracılığıyla çok daha geniş bir kitlenin hizmetine sunuldu.

Ondan sonra tüm olup bitenleri klasik kültürün kaldığı yerden, hatta en iyi haliyle alınıp devam ettirilmesi olarak görmek Rönesans dönemi için anlaşılır ama günümüzde asla hoş görülemeyecek bir hata olur. Gerçek durum bundan çok daha farklı ve çok daha önemlidir. Bilimin klasik mirasını devralan uygarlıklar, bu mirasın kendilerini boğmasını önlemek gibi güç bir görevle karşı karşıya kaldılar. Bir önceki bölümde, Doğu'da bile belirgin olarak görülen durgunluğa işaret etmiştik. Fakat yine de okuma arzusu duyan ve okuduklarını anlayacak yetenekte olan herkesin kolaylıkla erişebileceği kitaplarda engin bir bilgi hazinesi bulmak mümkündü. Suriyeliler ve Araplar, onların ardından da Ortaçağ'ın skolastik bilginleri ile Rönesans hümanistlerinin bu hazineye ulaşmak için adım adım, onun Yunanistan'daki kökenlerine kadar gitmeleri gerektiği; bu arada anlayamadıkları şeyleri Antik çağlara özgü mistik ve kutsal bilgiler olarak kabullenme eğilimine karşı da ellerinden geldiğince direnmekteydiler. Bu bilgiyi özümsemekte ve dönüştürmekte gösterdikleri başarı, tümüyle kendi sağlıklı kültürel gelişimlerinden kaynaklanıyordu. Antik çağların eserlerinin yeniden keşfedilmesi 9. yüzyılda İslam, 12. yüzyılda Ortaçağ ve 15. yüzyılda Rönesans biliminin başlangıcını niteleyen entelektüel hareketliliğin nedeni olmaktan çok sonucuydu.

Bu ilerlemeler daha kolay oldu; çünkü her aşamada, elde edilen yeni bilgi eskisine oranla çok daha geniş bir alanı kapsıyordu. Klasik kültür, son dönemlerinde, hem toplumsal hem de coğrafi bakımdan sınırlanmıştı. Toplumsal olarak neredeyse yalnızca üst sınıfların tekelindeydi; dolayısıyla soyut ve edebi bir hale bürünmüştü. Kökleşmiş bulunan entelektüel züppelik eğitimli kimseleri, çoğu okuryazar

olmayan zanaatkârların geleneklerinde saklı bulunan pratik bilgi hazinesinden mahrum bırakıyordu. Rönesans'ta doruğuna ulaşan yeni hareketin en büyük başarılarından biri, zanaatların saygınlığını yükseltmek ve bunlarla aydınlar arasındaki engelleri yıkmak oldu.

Klasik kültür coğrafi bakımdan büyük ölçüde Akdeniz ve Yakındoğu ülkeleriyle sınırlı kalmıştı. Dört başı mamur bir kültür oluşu, Hindistan ve Çin'deki diğer antik kültürlerin ortak teknik ve düşünce birikimlerinden yararlanmayı engelliyordu. Roma İmparatorluğu'nun çöküşüyle birlikte daha geniş alışverişlerin ve etkileşimin yolu açılmış oldu.

5.5. MUHAMMED VE İSLAMİYETİN DOĞUŞU

Bu olumsuz etkenlere çok geçmeden bir yenisi daha eklendi: Yeni bir dünya dininin aniden ortaya çıkışı ve hızla yayılması 7. yüzyıla kadar her kültürü kendi bölgesine hapseden dil, din ve yönetim engelleri, antik kültürlerin hüküm sürdüğü İndüs'ten Atlantik'e kadar uzanan alanın neredeyse tamamında bir anda ortadan kalktı. İslamiyetin doğuşu, Muhammed'in kişiliğinden ileri gelen kendine özgü bir tarzda gerçekleşmişse de, açıklanamaz ya da eşi benzeri görülmemiş bir fenomen değildir. Roma İmparatorluğu'nun güçten düşmesi, kendisinden daha uzun sürecek olan saygınlığını sarsmamış; giderek imparatorluğu egemenliği altına alan, kiliselerinin ve ilkelerinin çok daha ötesine yayılan Hıristiyanlığın etkisi ise hiç azalmamıştı. Yine de, başka bir kültürün bilinmediği ve Roma iktidarının yol açtığı dehşetin uzun zaman önce ortadan kalktığı Kuzey Avrupa'nın tersine, imparatorluğun doğu uçlarında yaşayan halklar kendilerine yabancı, düşman ve zalim bir yönetimle özdeşleştirdikleri Hıristiyanlığı kabul etmekte gönülsüz davranıyorlardı. Ayrıca, ne Perslerin resmi dini Zerdüştlük ne de Arap ve Afrika kabilelerinin yerel tanrıları, Hıristiyanlığın entelektüel bakımdan tutarlı, duygusal bakımdan heyecan uyandırıcı içeriğiyle baş edebiliyordu. Temelini halklara dayandıran, Kilise'ye boyun eğmemek ve öğretisini kabul etmemek şartıyla, Hıristiyanlığın kabul edilebilecek tüm unsurlarını içeren yeni, yapay, peygamberli dinlerin oluşmasının yolu açıktı.

Bu yoldaki çabaların ilki olan Mani'nin 3. yüzyıldaki girişimi, kalıcı fakat sınırlı bir başarıya ulaştı. Mani, Zerdüşt'ü ve İsa'yı izleyen üçüncü ve son peygamber olduğunu ve *yazgısı önceden belirlenmiş seçkinlere* ebedi bir kurtuluş, onlara hizmet eden müminlere de bu dünyada teselli sağlayacak bir mesaj taşıdığını iddia ediyordu. Mani, t. 276 yılında öldürüldü. Yandaşları da Pers ülkesinde cezalandırıldılar. Fakat görüşleri Doğu'da Çin'e, Batı'da ise Provence'e kadar yayıldı. Öğretilerinden bazıları özellikle de kadercilik, bir zamanlar onların müridi olan en tanınmış dönmelerden St. Augustine aracılığıyla Hıristiyanlığa girdi ve Kalvinizm sırasında yeniden ortaya çıktı.

Muhammed'in 622-633 yılları arasındaki girişiminin, o ana kadar yalnızca kendi kabile putlarına tapan, zayıflamış, bölünmüş Roma ve Pers imparatorlukları dışında kimseyle karşı karşıya gelmeyen canlı, samimi ve yeni fikirlere açık Araplar arasında başarıya ulaşma şansı daha fazlaydı. Tek başına bir adam olarak elde ettiği sonuç, bugün bile inanılması güç bir başarıdır. Muhammed, eski kabile tanrılarını yıktı. Yerlerine tek Allah'ı geçirdi. İslam'ın tüm inananlara yaklaşımı kardeşçeydi. Kişisel ibadet basit fakat titizlikle düzenlenmişti. Teolojisi basit bir monoteizme (tektanrıcılık) indirgenmişti ve inananlar için gerçekçi ve kesin bir cennet vaat ediyordu. Tüm bunlar şiirsel bir kitapta, yalnızca bir esin kaynağı değil aynı zamanda bir ibadet, ahlak ve hukuk kılavuzu olan Kuran'da toplandı. Kuran, o gün olduğu gibi bugün de hem yoksulların hem de zenginlerin sadakatini elde edebilmiştir.

İslamiyette kilise ya da papaz yoktu; yalnızca birlikte ibadet edenlerin ve aynı zamanda vaiz verip yasaları yorumlayan Kuran okuyucuları [imam] için bir mescite [cami] ihtiyaç vardı. İslamiyet en başından beri bir okuryazar diniydi. Kuran hâlâ tüm Müslümanların temel başvuru kaynağıdır. Başlangıçta sivil bir yönetici de olan Halife, peygamberlerin saygı duyulan halefi [ardılı] idi; fakat dinin gücü otoriteden değil müminlerin [inananların] oluşturduğu dini cemaatin yaygınlığından kaynaklanıyordu. İlk dinsel krallığın politik evrimi, başlangıçta varlıklı ve şatafatlı geç-Roma ve Bizans saraylarının yolunu izledi; entrikalarla parçalandı ve giderek yabancı -özellikle de Türk- kölelerin koruyuculuğuna dayanmak zorunda

kaldı. Bu durum, ilk iki yüz yılın ardından İslamiyetin parçalanmasına ve sayısız feodal prensliğe (emirliğe) bölünmesine neden oldu. Güçten düşen bu emirlikler geniş ovalardan gelen göçebelere, hatta düzensiz ve saldırgan Haçlılara kolay birer av oldular. Öte yandan İslam dini sağlam bir biçimde halka dayanmaktaydı; bütün kötü yönetimlere ve fetihlere karşın ayakta kalmayı başardı. Hatta Hıristiyanlığın Kuzey'de yaptığı gibi İslamcıları da İslam dinine döndürüp kendine bağladı. Asya'nın ve Afrika'nın geniş bir kısmına yayılarak ilerici değilse bile günümüze dek gelen tutarlı bir kültür yarattı.

İslamiyet'in yükselişi ani oldu. Muhammed'in 632 yılındaki ölümünün üzerinden beş yıl geçmeden yandaşlarının orduları Roma ve Pers ordularının her ikisini de kesin bir bozguna uğrattı. Bunun ardından, uzun yıllar boyunca onların karşısında direnecek bir güç çıkmayacaktı. 8. yüzyıla gelindiğinde fetihlerini Orta Asya'dan İspanya'ya kadar genişletmişlerdi. Önemli bir bölge olan Küçük Asya [Anadolu] dışında Afrika ile Asya'daki Roma sömürgeleri ile Orta Asya'yı aşıp Hindistan'a kadar uzanan Pers İmparatorluğu'nun tamamı Arapların eline geçti. O zamandan sonra bu geniş coğrafyanın büyük bir bölümünde ortak bir kültür, ortak bir din ve ortak bir yazın dili görülecek, birkaç yüzyıl boyunca da ortak bir yönetim hüküm sürecek, serbest ticaret koşulları var olacaktı. Ortak bir din ve hac olgusu, çok daha uzun bir süre bilginlere ve ozanlara Fas'tan Çin'e kadar özgürce dolaşabilme olanağı sağladı.

Arap Rönesans'ı

Bu koşulların kültür ve bilim üzerinde doğrudan doğruya büyük ve canlandırıcı bir etkisi oldu. Araplar uygarlığın yabancısı değillerdi. Kendi kentleri vardı ve Roma İmparatorluğu'nun doğu ticaretinin örgütlenmesinde önemli bir rol oynamışlardı. Gerçekleştirdikleri fetihlerin kolaylığı, Akdeniz'in kent uygarlığını yerel halkın rızası ile ele geçirdiklerini gösterir. O dönemde, giderek ağırlaşan vergiler koymak dışında kendilerine bir hayrı dokunmayan imparatorluk yönetimini savunmak için savaşmaya hiç de hevesli değildiler. Hıristiyanlığın artık resmi din olması gerçeği, imparatorluğun Asya

ve Avrupa topraklarında yaşayan halkların direnmesini sağlayacak yerde direnişin önünde engel oldu. Çünkü bu halkların çoğu sapkın [görülen] mezheplere bağlıydılar ve Müslüman halifelerin yönetimi altında daha güvenli bir yaşam sürüyor, oralardaki imparatorlardan gördükleri eziyeti görmüyorlardı.

Araplar, fethettikleri bölgelerin zenginleri ile yöneticilerini vergiye bağlayıp kendi gelirlerini güvenceye almak dışında, yörenin ya da kentin ekonomisine müdahale etme yönünde en ufak bir eğilim göstermiyorlardı. Şam'daki Emevi Halifeliği, tümüyle Yunan yetkililerce ve Yunanca yönetiliyordu. Dolayısıyla, İslamiyet'in kendine özgü bir ekonomik sistemi olmadı. Sistem, askeri komutanın önceleri safkan Araplara bırakıldığı, fakat sonraları Roma'da olduğu gibi herhangi bir etkili maceracının eline geçtiği geç klasik kent ekonomisinin ta kendisiydi. Kölelik ortadan kalkmadı, fakat yeteri kadar köle bulunmaması nedeniyle köleler büyük ölçüde yalnızca ev içi hizmetlerde kullanılmaya başlandı. Kölelerin toplu halde bulunduğu yerlerde kitlesel ayaklanmalar baş gösteriyordu. Basra Körfezi'ndeki güherçile (potasyum nitrat) ocaklarında siyah Zang'ların çıkardığı isyan, Roma döneminin Spartaküsçü isyanları kadar zorluydu. Toprak, ağır vergiler altında ezilen, âdeta serf konumuna düşmüş *reaya* [rayats] tarafından ekilip biçiliyordu. Bunlar da sık sık ayaklanmaktaydılar. Komünist Karmatianların çıkardığı böylesi bir isyan, yüzyıldan fazla sürdü.

Ticaretin canlanması ile birlikte tüccarların önemi geç-klasik döneme oranla arttı. Gerçekten de, İslamiyet'in birliği Roma İmparatorluğu'nun sıkıntılarla dolu son yıllarda kaybettiği geniş toprakları yeniden merkezi bir yönetim altında toplayıp daha da genişleterek ticarete büyük ölçüde yardımcı oldu. Cordoba'dan Buhara'ya kadar uzanan Müslümanlarca fethedilmiş tüm bir bölgede asla Roma gibi imparatorluğun ekonomisine egemen olan ve onun kanını emen bir merkez olmadı. Mekke siyasal, ekonomik ya da kültürel değil, daima dini bir merkez olarak kaldı. Üstelik İskenderiye, Antakya ve Şam gibi eski kentlerin yeniden canlanmasının yanı sıra aynı model üzerinden dört bir yanda Kahire, Bağdat ve Cordoba gibi yeni kentler de kendini gösterdi. Tüm bu kentler birbirleriyle sıkı ilişki içindeydiler; ürünlerindeki çeşitlilik hem ticari hem de teknik gelişmelere temel oluşturdu.

Ayrıca, İslam kentleri, Roma İmparatorluğu'ndaki kentlerin tersine, kendilerini Doğu'nun geri kalanından yalıtmadılar. İslamiyet Asya ve Avrupa biliminin odak noktası haline geldi. Bunun sonucunda Yunan ve Roma teknolojisine tamamen yabancı, onlar açısından erişilmez olan bir dizi yeni icat, ortak bir pota içinde toplandı: Çelik, ipek, kâğıt ve porselen imalatı gibi. Bu ürünler, 17. ve 18. yüzyıllarda Batı'nın büyük teknik ve bilimsel devrimine yol açacak olan sonraki gelişmelerin temelini oluşturdu.

Klasik bilimin canlanması

Entelektüel alanda da, süreklilikte önemli bir kesinti olmadı. İslam dini, sonraları değilse bile başlangıçta insan düşüncesinin gelişmesini Hıristiyanlığa oranla çok daha az köstekledi. Ortaya çıktığı dönemde paganizm ve felsefe, inanç açısından bir tehlike oluşturmuyordu. Karışıklıklarla geçen fetih yüzyılının ardından, İslam'ın önderleri bile büyük bir hevesle Yunanlıların eski bilgilerini araştırdılar ve Kuran'ın izin verdiği ölçüde bu kültürü benimsediler.

Bu etkilenme, Şam'daki Emevi hanedanlığının çöküşü ve Abbasilerin MS. 479'da yönetimi ele geçirmeleriyle aynı tarihsel döneme rastlar. Abbasiler, kendileri Persli olmamalarına karşın Perslerin desteğine dayanıyorlardı ve bu köklü ve kültürlü halkın geleneksel eğitimini ve bilimini özgür bıraktılar. Eğitimli Persliler, Yahudiler, Yunanlılar, Suriyeliler ve az da olsa daha uzak bölgelerden gelenler yeni başkent Bağdat'ta toplandılar. Burada ve Jundishapur'da Yunan biliminin belli başlı yapıtları Arapçaya çevrilmeye başlandı. Bu çeviriler ya doğrudan doğruya Yunancadan ya da daha çok Süryaniceden yapılıyor ve bu çalışmalar en başından beri halifeler ve ileri gelenler tarafından mali yönden destekleniyordu. Halife El Me'mun bir çeviri bürosu -Dar'ul Hikmet- kurdu; burada Huneyn ibn İshak ve Sabit ibn Kurra gibi büyük bilginler Aristo'nun ve Batlamyus'un eserlerinin pek çoğunu Arapçaya çevirdiler. Çok sayıda Pers ve Hint kitabını da çevirdiler; ne var ki bunlar daha sonra Latinceye çevrilmediklerinden Batı açısından yitirilmiş oldular.

Çevirilen kitapların hemen hepsi bilim ve felsefe üzerineydi; çünkü pek doğaldır ki Araplar Yunan tarihine fazla ilgi göstermedi-

ler. Yunan tiyatrosu ve şiiri ise zengin bir efsane kaynağına ve canlı bir şiire sahip olan bu halk açısından çok şey ifade etmiyordu. Büyük ölçüde ilginin belli konulara yoğunlaşmış olması nedeniyle İslami bilginin Batı'ya aktarılan kısmı başlangıçta yalnızca bilim ve felsefe ile sınırlı kaldı. Beşeri bilimlerin yeniden keşfedilmesi ise ancak Rönesans döneminde, doğrudan doğruya Yunanlı ve Latin yazarların okunmasıyla gerçekleşti. Doğal ve beşeri bilimlerin modern kültüre böylesine çok farklı kanallardan girmesi olgusunun, bilimin gelişmesinde önemli bir etken olmanın yanı sıra doğa bilimleri ile beşeri bilimler arasında günümüzde de varlığını sürdüren uçurumun oluşmasında önemli bir payı vardır.

5.6. İSLAM BİLİMİ

Bilimsel birikime İslam bilginlerince yapılan katkının gerçek değerini kestirmek güçtür. Yunanlıların bilimsel yapıtlarının tam çevirilerinin yapılarak hiç değiştirilmeden aktarılmasıyla yetinilmeyip, bunlara yeni bir canlılık kazandırılmış olduğuna kuşku yok. Aslında, antik Doğu'nun bilimi Yunanlıların elinde nelere maruz kalmışsa burada da benzer bir süreç yaşandı; fakat bu kez kurulan ilişki daha doğrudan ve daha bilinçliydi. İslam bilginleri eski Yunan efsaneleriyle kendi aralarında duygusal bir özdeşlik kurmadıklarından Yunan öğretisine Yunanlılardan çok daha bağımsız bir tarzda yaklaşabildiler. İslam çağına ait bilimsel eserler okunduğunda, günümüz bilimiyle özdeşleştirdiğimiz akılcı yaklaşım karşısında etkilenmemek elde değil. Öte taraftan, Müslümanlar da geç-klasik felsefenin mistik yanlarına, özellikle de Aristo'nun Teolojisi ve Sırların Sırrı gibi sahte eserlerin gerçekleriyle karışması yüzünden ilk başta Aristo ile özdeşleştirdikleri neo-Platonculuktan, daha fazla değilse bile en azından aynı ölçüde etkilendiler. Bu mistik kafa karışıklığı büyük ölçüde onlardan Ortaçağ skolastik bilginlerine geçti. Yalnızca İslam biliminin değil, Ortaçağ biliminin de yakasını bırakmayan bir başka talihsizlik de Yunanlıların, özellikle de Platon'un sihirli sayılarının Aristo'nun nitelik hiyerarşisi ile birleştirilmesi, İslam biliminin asla yakasını kurtaramayacağı daha büyük bir saçmalığa yol açtı. Bununla birlikte

eski bilimin iki büyük sapması olan astroloji ile simyaya Araplar da ilgi göstermiş olmalarına karşın, İslam biliminin El-Kindi, İbn-i Razi ve İbn-i Sina gibi en önemli isimlerinin bu sözde bilimlerin mesnetsiz savlarını açık bir biçimde reddetmiş olmaları dikkate değer.

Erken İslam kültüründe bilim insanlarının toplumsal konumu, klasik dönemin sonlarında olduğundan pek de farklı değildi. Abbasi Hanedanı'nın iktidarı ele geçirmesiyle birlikte 754-861 yılları arasındaki kısa dönemde başa geçen halifelerin –El Mansur, Harun el Reşid, El Me'mun ve hatta oldukça sofu olan Mütevekkil– yönetimleri altında bilim, İskenderiye müzesinin ilk günlerinden beri görülmemiş bir ölçüde desteklendi. Cordoba'daki Emevi halifeleri (MS. 928-1031) ile onların yerini alan İspanya'daki ve Fas'taki küçük emirlikler de bilime aynı şekilde ilgi gösterdiler. İslam kültürünün çöküş aşamalarında bile Selahaddin, Gazneli Mahmut ve Semerkantlı Uluğ Bey gibi azimli hükümdarlar bilimi desteklemekten onur duydular. Ayrıca, Musa kardeşler (t. 850) ve Persli Bormecides ailesi (t. 750-803) gibi zengin tüccarlar ve devlet görevlileri de bilime maddi destek sundular. Bunlar içinde bilimle bizzat uğraşanlar da oldu. İslam biliminin bu dünyevi ve ticari arka planı onu neredeyse yalnızca din adamlarının tekelinde bulunan Ortaçağ'ın Hıristiyan biliminden kesin bir biçimde ayırdı. İslam bilimi daha çok Rönesans dönemi bilimini andırır. Müslüman hekimler ve astronomlar [gökbilimciler] deneylerini sarayın bu koruyucu ve kollayıcı tutumu sayesinde sürdürebildiler. Bu tutum, çok uzun sürmese de onları her türlü felsefenin inancı ya da imanı zedeleyeceğinden kuşku duyan yobazların saldırılarından korudu. Binbir Gece Masalları'nın birinde, bütün kitapları yok etmek amacıyla Bağdat'ın kenar mahallelerinde dolaşan yobazlardan söz edilir –Goebbels'in ve senatör Mc Carthy'nin ataları bunlar olsa gerek.

Bilimin krallar, zengin tüccarlar ve soylular ile kurduğu bu ilişki başlangıçta onun gücünün, sonraları ise zayıflığının kaynağı oldu. Çünkü bilim, zamanla büyük adamlara danışmanlık yapan bilgelerden kendilerine bir hayır gelmeyeceğinden kuşkulanan halktan büsbütün koptu ve bu kopuş halkı dini yobazlığın karşısında kolay lokma haline getirdi. Kentler ve ticaret geliştiği sürece, tartışmayı ve ilerleme-

yi güvence altına alacak bilimle ilgilenen, yeterince geniş, kültürlü bir orta sınıf var olmaya devam etti. Ne var ki, bu durum değişince, bilim insanları giderek gezgin alimler haline geldiler ve kaderlerini yerel hanedanların belirsiz kaderlerine bağladılar. Bu bilginlerin en büyüğü olan İbn-i Sina'ya bile asla tam bir güvence sağlanamadı. Bazen doktor, bazen vezir olarak İran ve Orta Asya'da çeşitli sultanlara hizmet etti. Hanedan'da başını isteyen isyancıların elinden deli taklidi yaparak kurtulabildi. Son büyük İslam düşünürü olan İbn-i Haldun (1332-1406) ise nerede iş bulursa orada çalışmak zorunda kalmış Sevillalı bir sığınmacıydı. Zamanında İspanya'da zalim Pedro'yla, Suriye'de de Timurlenk'le görüşmüş, her ikisinden de iş teklifi almıştı.

İslam biliminin karakteri

Müslüman bilim insanları genellikle klasik dönemin sonlarındaki bilim modelini benimsediler. Bilimi devrimcileştirmek bir yana geliştirmek için bile çok az istek duydular. El Buruni (973-1048) bu tutumu şu sözlerle dile getirdi: "Kendimizi eskilerin uğraştıkları konularla sınırlamalı ve ancak geliştirilebilecek olanları geliştirmeye çalışmalıyız." **3.91a. 376** Bireyler arasında uzmanlaşanlar olsa da bilim felsefe ile pekiştirilip dondurulan bir birlik oluşturdu. Bu birlik ikiz disiplinler olan astronomi ile tıbbı içeriyordu; bunlar gökyüzünün büyük dış dünyası -makrokozmos- ile insanın küçük iç dünyası -mikrokozmos- arasında bir bağ kurulmasını sağlayan az çok kabul görmüş astroloji tarafından birleştirildi. Felsefe ise Kuran'la bağdaştırılması güç olduğundan kuşku ile karşılanmaktaydı. Müslüman din alimleri bu doğrultuda çaba gösterdilerse de, bu çabalar muhafazakârların tepkisine yol açtı. El Gazali'nin (1058-1111) *Filozofların Yıkımı* adlı yapıtı bu çabaların beyhudeliğini göstermek adına bir uyarıydı. İbn-i Rüşd'ün *Yıkımın Yıkımı* adlı eseriyle verdiği ateşli yanıta rağmen uyarı etkisini yitirmedi ve Yunan Hıristiyanları arasında olduğu gibi İslam ülkesinde de kısırlaştırıcı bir etki yaratan iki hakikat öğretisi -yüksek ruhani hakikat ve daha aşağı olan rasyonel hakikat- kaçınılmaz olarak etkin kılındı. İslam dininin kalıcı unsurlarıyla bilim arasında bir bağ kurulamaması sonraki yıllarda

kültürel ve entelektüel bir durgunluk içine giren İslam dünyasında bilimin solup gitmesinin belki de en önemli nedenidir.

İslam biliminin en verimli çağı olan 9., 10. ve 11. yüzyıllarda bu değerlendirmeler henüz baskın değildi. Büyük bilim insanlarının bazılarınca dinin aslında benimsenmediği ve dünyevi bilginin peşinden koşarken işin içine karıştırılmadığı düşünülebilir. Bilimin birliği ansiklopedicilik geleneğiyle daha sağlam bir güvence altına alınmış oldu. Bütün büyük İslam bilginleri ve onların yanı sıra birkaç önemsiz yazar, El Fargani'nin (ö.t. 850) *Astronomi'nin Temelleri* gibi kapsamlı incelemeleriyle 17. yüzyıl Avrupa'sında hâlâ ders kitabı olarak okutulan Razi'nin (865-925) *Kitab-ül Havi*'si, İbn-i Sina'nın *Fıkıh*'ı [Kanun] ve İbn-i Rüşd'ün *Külliyat*'ı gibi önemli tıbbi derlemeler ansiklopedinin içinde yer aldı.

Bu kapsamlı çaba hepsinden önemliydi; çünkü diğer ülkelerdeki bilginlere de etraflıca yer verilmesi gerektiğinden bu durum İslam bilimine klasik zamanlara oranla açık bir üstünlük kazandırdı. Araplar, Babiller'den bu yana kesintisiz olarak gelen Mezopotamya'nın astronomi ve matematik geleneğinden yararlanmalarının yanı sıra, Hindistan'ın ve daha az da olsa Çin'in eski bilgisini de bilinçli olarak kullandılar.

Matematik

Felsefi ve astrolojik etkileri nedeniyle astronomiye gösterilen yoğun ilgi, astronomi matematiğin neredeyse tek uygulama alanı olduğundan, yanı sıra matematiğe yönelik ilginin de artmasına yol açtı ve hem geometrinin hem de hesaplamanın gelişimini hızlandırdı. Büyük ölçüde Babil ve Hint etkisinde kalan İslam matematikçileri en büyük ilerlemeyi bu alanda gösterdiler. Yunan matematiğinin son aşamalarında Diophantus'la birlikte ortaya çıkan sayısal işlemler, Suriyelilerce çoktandır bilinen ama pek kullanılmayan Hint sayı sisteminin büyük çapta kullanılıp tanıtıma sokulmasıyla daha da geliştirildi. Bu teknik buluşun aritmetik üzerindeki etkisi, alfabenin bulunmasının yazı üzerindeki etkisiyle hemen hemen aynı oldu. Bundan önceki aritmetik parmak hesabıyla ya da abaküs yardımıyla yapılan

işlemlerin dışında, yalnızca en bilginlerin anlayabileceği bir sırdı. Arap rakamları sayesinde sıradan bir tezgâhtarın kavrayabileceği bir hal aldı. Rakamlar matematiği demokratikleştirdiler. Araplar, ayrıca bir dizi Hint matematikçisinin bilinmeyen niceliklerin hesaplanması üzerine yürüttükleri çalışmaları, bugün *cebir* adını verdiğimiz sistem içinde birleştirdiler. Sözcüğün kendisi El Harizmi'nin büyük eseri *Hesab el-Cebir* ve *El-Mukabele*'nin denklemleri çözmenin bir aracı olarak "sağlama ve sadeleştirme" [restoration and reduction] anlamındaki başlığından gelmektedir. Araplar bunun yanı sıra gerek astronomi gerekse kadastro işleri açısından büyük önem taşıyan bir başka alanda, *trigonometri*de de büyük ilerleme kaydettiler.

Astronomi

Astronomi alanında Araplar, herhangi bir eleştiride bulunma ya da köklü bir ilerleme kaydetme arayışı içinde olmaksızın, *Almagest* [Büyük Sentaks] adlı yapıtını Arapçaya çevirdikleri Batlamyus'un görüşleri doğrultusunda Yunan geleneğini devam ettirdiler. Teoriye bir katkıları olmadıysa da Antik çağlardaki astronomik gözlemleri kesintisiz bir biçimde sürdürdüler. Özellikle, yıldızlara tapan Keldanilerin kenti olan Harran'daki gözlemevleri Abbasiler döneminde de çalışmalarını sürdürdü; onların "Kutsal Kitap'ta sözü geçen" Seba'lar olduğu uydurmacasıyla İslami müdahaleden korundular. Bu çalışmalar kesintiye uğramış olsaydı eğer, Rönesans astronomları arkalarında 900 yıllık bir gözlemler dizisi bulamayacaklar ve modern bilimin temelini oluşturan yaşamsal keşifler çok daha gecikecek, belki de hiç yapılamayacaktı.

Coğrafya

Coğrafya, Yunanlılar açısından neyse İslam bilginlerince de yine öyle, astronominin özel bir dalı olarak kabul edildi. Teorik bakımdan her ne kadar pek bir ilerleme gösteremedilerse de, uygulama alanında Yunanlıların bilgisini Asya'nın ve Kuzey Afrika'nın çağdaş coğrafyasının temellerini atacak ölçüde geliştirdiler. Bunu, İslam dünyasının çok geniş bir bölgeyi kapsıyor oluşuna, İslam kültürünün tek bir mer-

kezde toplanmayışına -İslam bilgeleri Fez'den Semerkant'a her yerde bulunmaktaydı- ve tüccarlarla hacıların yaptığı uzun seyahatlere borçluydular. Tüccarlar İslam ülkelerinin çok daha ötelerine gidip oraları tanıma fırsatı buldular. El Mesudi (900-957) gibi bilge gezginler Rusya'yı, Orta Afrika'yı, baştan sona tüm Hindistan'ı ve Çin'i gördüler; bunların pek çoğu seyahatlerinin öyküsünü son derece düzenli, akılcı bir üslupla kaleme aldılar. Bu yazılar Ortaçağ'ın Avrupalı coğrafyacılarının efsane ve masallarından çok daha ileriydi. El Biruni, büyük eseri *Hindistan*'da ülkenin fiziksel özelliklerinin yanı sıra Hinduların toplum sistemini, dini inançlarını ve bilimsel başarılarını 18. yüzyıla gelinceye dek eşi benzeri görülmeyecek bir ustalıkla gözler önüne serdi. Coğrafya yalnızca betimleyici değil aynı zamanda metrikti. Halife El Me'mun (t. 830'dan sonra) enlem derecesinin iki ayrı ölçümünün yapılmasını emretti. Bu işlem, 16. yüzyıl Fransa'sında Fernel tarafından yapılana kadar tekrarlanamayacaktı. Haritalar ve krokiler hazırlandı; astronomik aletler denizcilikte kullanılmaya başlandı.

İslam tıbbı

İslam tıbbı da, tıpkı İslam astronomisi gibi Yunan tıbbının doğrudan bir devamıdır. Bununla birlikte İslam'ın geniş bir coğrafyaya yayılmış olması, yeni hastalıklara ve ilaçlara dair taze bilgilerin ona eklenmesine olanak tanıdı. Müslüman hekimlerin yanı sıra Yahudi hekimler de çok sayıda hastalığı incelediler; iklimin, temizliğin [hijyenın] ve perhizin sağlık üzerindeki etkileri gibi sorunlara yoğunlaştılar. Bu arada, pratik bir sanat olan aşçılığı da ihmal etmediler. Yöneticilere ve zengin tüccarlara hizmet ettiklerinden, hekimlerin büyük saygınlığı vardı. Ayrıca entelektüel düzeyleri de son derece yüksekti. Razi ve İbn-i Sina gibi büyük İslam hekimleri, ister istemez astroloji için gerekli astronomiden ilaçların seçimi ve hazırlanması için gerekli botanik ve kimyaya kadar uzanan kapsamlı bir bilgi birikimine sahiptiler. İslam bilginlerinin neredeyse hepsinin hekim, üstelik pratisyen hekim olmaları, onların bilimsel ve felsefi görüşleri üzerinde yeterince farkına varılmamış önemli bir etkide bulundu.

Optik

Çöllerde ve tropikal ülkelerde yaygın olarak görülmesi nedeniyle olsa gerek, tıbbın göz hastalıklarını inceleyen dalı çok gelişti. Göze yapılan cerrahi müdahaleler gözün yapısı hakkında yeni bir ilgi uyandırdı. Arap fizikçiler, şeffaf cisimlerin arasından ışığın geçmesi anlamında ilk kez gerçek bir dioptik kavrayışına ulaştılar ve böylece modern *optik*in temelleri atılmış oldu. Göz mercekleri, özellikle yaşlı kimselerin okurken ihtiyaç duydukları, yazıları büyütmeye yarayan kristal [*berillus -brillen*] veya cam *merceklerin* [*lens*] kullanılmasının yolunu açtı. Bu merceklerin çerçeve içine yerleştirilip gözlük olarak kullanılmasını sağlayan buluş daha sonra gelecekti. İbn El Heytam'ın (El Hazen. t.1038) *Optik Sözlük*'ü, konu üzerindeki ilk ciddi bilimsel incelemeydi ve optiğin temellerini oluşturdu. İbn El Heytam'ın sözlüğü kısmen geliştirildiyse de 17. yüzyıla gelinceye dek aşılamadı. Mercek, insanın duyu organlarının ilk uzantısıydı; insanın mekanik bilimi sayesinde gelişmiş olan hareket yeteneğini dengeliyordu. Sonraki dönemlerde ortaya çıkacak olan teleskop, mikroskop, kamera ve diğer optik aletlerin ilk örneği [prototipi] idi. İslam hekimleri, başka hiçbir şey yapmamış olsalardı bile optik bilimini kurarak bilime yaşamsal bir katkıda bulunmuş olacaklardı.

Bilimsel kimyanın başlangıcı

Bununla birlikte İslam hekimlerinin, ıtriyatçılarının ve metalurjistlerinin bilimin genel ilerleyişine en büyük katkıları kimya alanında oldu. Bu alandaki başarılarının başlıca nedeni, Yunanlıları el sanatlarından uzaklaştıran sınıfsal önyargılardan önemli ölçüde kurtulmuş olmalarıdır. Kaleme aldıkları incelemeler laboratuvar tekniklerini iyi bildiklerini; ilaçları, tuzları ve değerli madenleri doğrudan ellerine aldıklarını göstermektedir. Araplar ilk kimyacılar değillerdi; Mısır ve Babil uygarlıklarında derin kökler salmış olan ve Yunanlılar tarafından yalnızca biraz akılcılaştırılmış bulunan gelenek ve uygulamaları kendilerine temel aldılar. Ayrıca, ne ölçüde olduğunu tam olarak saptayamasak da, Hintlilerle Çinlilerin kapsamlı kimya bilgisinden yararlandıklarını da biliyoruz. 3.4 Kimya, astronomiye ve

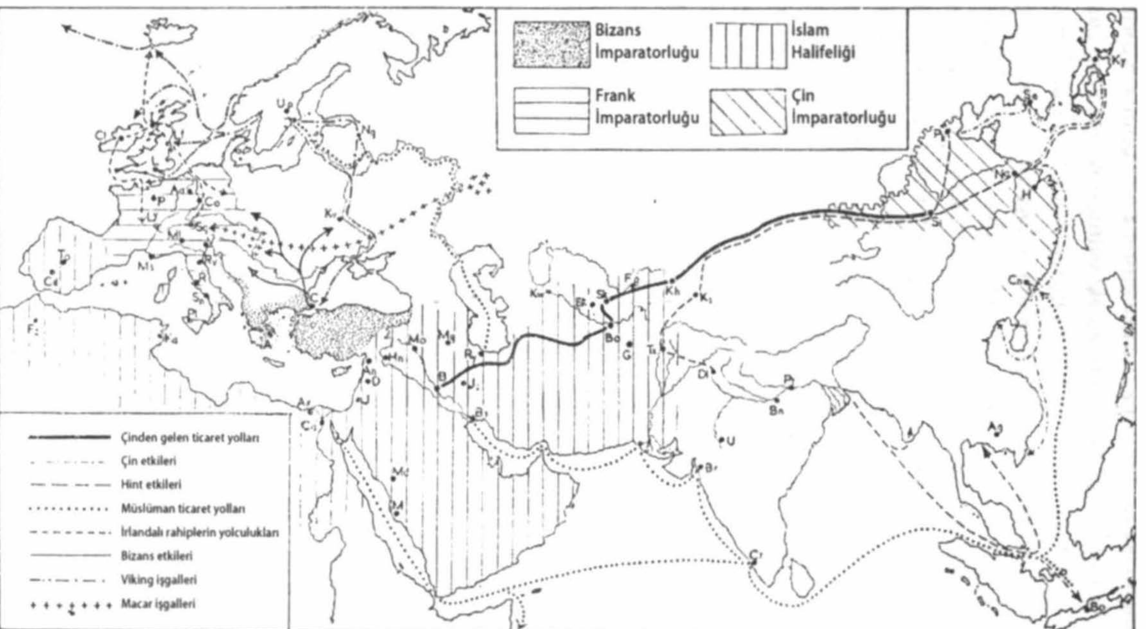
mekaniğe oranla çok daha fazla maddeyi ve işlemi içeren kapsamlı bir deneyime dayanır. Bilim haline gelebilmesi için bunların birleştirilmesi, elle tutulur bir bütün olarak aktarılması ve birtakım genel ilkelerle desteklenmesi gerekir. İşte Arapların yaptığı budur; kimyanın kurucusunun kendileri olduğu iddiasını doğrulayan da.

Kimyasal ilerlemenin pratik anahtarlarından biri olan imbik'in ilkel biçimi daha önce keşfedilmişti, fakat Arap kimyagerler onu çok geliştirdiler ve büyük ölçekli esans *damıtımının* temeli yaptılar. **2.19** Kuran şarabı yasaklamamış olsaydı, Araplar bir sonraki can alıcı adımı atabilir ve alkolü damıtabilirlerdi; fakat anlaşılan o ki bu işi Hıristiyanlara bıraktılar. Çok sayıda yeni teknik -damıtma bunlardan biriydi sadece - klasik çağlarda olduğunun aksine, zanaat gelenekleri içinde kendi yollarını bulmaya terk edilmediler. Dolayısıyla, kimyasal dönüşümlere ilk kez akılcı olarak yaklaşmak mümkün oldu; ne var ki gözle görülür karmaşıklığı nedeniyle mekanik ve astronomi açısından yeterli olan basit çözümlemeler kimya için asla yeterli olmadı.

18. yüzyılda kimya alanında yaşanacak olan büyük devrime kadar -bunu 7. Bölüm'de ele alacağız- konunun temeli olarak kalacak kimyasal görüşler sistemini geliştirenler de Araplardı. Bu görüşler, 8. yüzyılda yaşadığı varsayılan Cabir'e (Geber) atfedilir. Gerçek ne olursa olsun, Arap hekimlerinin en büyüğü olan El Razi'nin eserleri arasında kimyasal işlemler ve maddeler hakkında kapsamlı bilgilere yer veren bir kitap bulunduğunu biliyoruz.

Yunanlılar açısından elementler -toprak, su, hava ve ateş- sanat yoluyla pota ve imbikler içinde birbirlerine dönüştürülen maddi varlıklar değil, evrenin parçaları ya da saf (soyut) nitelikleri olarak algılanıyordu. Onların yolunu izleyen Arap kimyagerler, büyük olasılıkla Aristo'nun dünyevi nefes (carthly exhalation) doktrininden esinlenerek iki tür temel madde tanıdılar: Cıva ve kükürt. Cıva yoğunluğu nedeniyle bütün madenlerin yerini alıyor; kükürt ise yanmış maddeleri temsil ediyordu. Bu noktada Çinlilerden önemli ölçüde etkilenildiği görülüyor. Çinlilerin mistik Taocu simyası altına değil, cıva ile kükürdün -Ying ile Yang'ın- bileşiminden oluşan kırmızı renkli zincifreye dayanmaktaydı; zincifre uygun olarak hazırlanırsa ölümsüz bir yaşam sağlayacağına inanılıyordu. İlerde göreceğimiz gibi, bu

Harita 2: Feodalizme Geçiş Dünyası



Harita farklı uygarlık merkezlerinin ilişkilerini ve sekiz yüzyıllık dönemin örtalarına denk düşen imparatorlukluklarm yaklaşık büyüklüklüklerini ortaya koymaktadır. Bizans ve İrlanda manastırlarının etkisi sekizinci yüzyılın başlarında; Viking ve Macar baskınları daha sonra, dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıktı. Özellikle Orta Asya'da işaretlenmiş kentler ticaret ve bilim merkezleridir.

görüş Paracelsus'un bitkisel simya [spagyric] teorisinin, onun aracılığıyla ilk flojistik teorinin, dolayısıyla da modern kimyanın nüvesini oluşturmaktadır. O an için kimya teorisinden çok daha önemli olanı, yerel sanayilerde geniş çaplı kimyasal üretim yapılabilmesi; ya da soda, şap, demir sülfat [coppera], güherçile [potasyum nitrat] gibi metaların ve diğer tuzların özellikle tekstil sanayisinde kullanılabilmesi ve üretilip tüm dünyaya ihraç edilebilmesiydi. ***3.38; 5.4***

İslam biliminin mirası

İslam'ın bilime yaptığı katkının kapsamı ve ağırlığı dikkate alındığında, yaptığımız bu kısa özet kuşkusuz son derece yetersiz kalmaktadır. İslam bilimi ana temaları bakımından Yunan biliminin açık bir devamı olsa da onu hem yeniden canlandırmış hem de kapsamını genişletmiştir. İslam bilginleri canlı çalışmalarının yanı sıra daha eski ve daha güvenilir kaynaklara ulaşmak için gösterdikleri yoğun çabanın sonucunda, Yunan bilimini Roma İmparatorluğu'nun son dönemlerinde içine düştüğü çöküntü durumundan kurtardılar. İyonyalı doğa filozoflarının kuramlarının düzeyine ulaşamamış, İskenderiye okulunun geometrik imgelemine varamamış olsalar da, canlı ve gelişime açık bir bilim yaratmayı başardılar. Pers, Hindistan ve Çin gibi Helenistik dünyanın dışında kalan ülkelerin deneyimlerinden yararlanarak Yunan matematiğinin, astronomisinin ve tıbbın dar temellerini genişletmeyi bildiler: Cebir ve trigonometri tekniklerini yaşama geçirdiler; optik biliminin temellerini attılar. İslam biliminin can alıcı katkısı kimya –veya simya– alanında oldu. Eski teorilerin dönüştürülmesi ve yeni deneyler sonucunda yeni bir bilim disiplini ve geleneği yaratıldı. Bu gelenek daha çok soyut ve mistik bir nitelik taşıyordu ama tam da bu nedenle, yüzyıllar boyunca Yunanlıların aşırı rasyonel ve matematiksel, astronomik ve tıbbi geleneğini dengelemekte paha biçilmez bir rol oynadı.

5.7. İSLAM KÜLTÜRÜNÜN ÇÖKÜŞÜ

11. yüzyıldan sonra, gözle görülür bir çöküş olmasa bile İslam biliminin görkemli günlerinin artık geride kalmış olduğu ortadaydı. Hâlâ

bireysel olarak parlak bilim insanları bulunmaktaydı. Söz konusu bilim insanlarının en büyüklerinden İbn-i Rüşd 12. yüzyılda, İbn-i Haldun ise 14. yüzyıl gibi çok geç bir dönemde yaşadılar; ne var ki bunlar artık geniş tabanlı ve canlı bir hareketin parçası değildiler. Bilimin zayıflaması, orijinal biçimiyle İslamiyetin genel siyasal ve ekonomik çöküşünün belirtilerinden biriydi yalnızca. Çöküşün asıl nedeni, klasik kültürün çöküşüne de yol açan aynı toplumsal güçlerin gecikmiş etkileriydi. Gerek İslamda, gerekse halen ayakta olan Bizans'ın Doğu Roma İmparatorluğu'nda servet dağılımında görülen benzer eşitsizliklerin uzun vadede ekonomik bir çöküşe yol açmaması olanaksızdı. Araplar imparatorluğun Asya eyaletlerini ele geçirdiklerinde, onun zenginliğinin yanı sıra sorunlarını da miras aldılar. Köylülerin ve zanaatkârların baskı altında tutulması, güçlü bir sanayi için gerekli olan pazarı yok etti. Bizans İmparatorluğu'na gelince, birikmiş zengin kaynakların tüketilmesi ve Rusya'da, Orta Asya'da ve Afrika'da yeni ticari sömürü alanlarının açılması ile bu sonuç ancak geciktirilebildi.

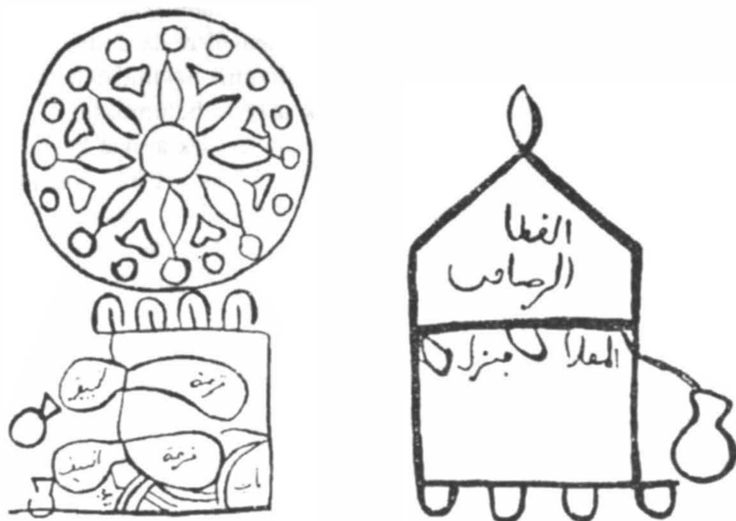
Sonunda hem Bizans hem de İslam imparatorlukları geniş bir devleti denetim altında tutmak için gerekli örgütlenmeyi sürdüremez oldular. 10. yüzyıla gelindiğinde her ikisi de içten çökmeye başlamış ve önce askeri, sonra da ekonomik bakımdan bölgesel çabalara giderek daha fazla bağımlı hale gelmişlerdi. Haçlı Seferleri sırasında her ikisi de Batı'ya oranla askeri yönden zayıf, kültürel olarak ise artık belirgin bir üstünlüğü bulunmayan yerel birer derebeyliğine [feodalizme] dönüşmüşlerdi. Dahası Doğu feodalizmi, ileride göreceğimiz gibi yeni Batı feodalizminin ekonomik kaynaklarından ve umut dolu kültüründen de yoksundu; özellikle de ortakçı eski kabile topluluklarının [eski kabile kolektiflerinin] canlı geleneğini sürdüren malikâneye bağlı köyün geniş olanaklarından.

İslam uygarlığının çöküşü, hiç kuşkusuz bozkırlardan gelen yeni barbar akımların etkisiyle daha da hızlandı. Fakat İslam ülkeleri ekonomik bakımdan sağlıklı bir durumda olsalardı, Türkler ve Moğollar 13. yüzyılda tek başlarına İslam topraklarını ele geçiremezler ve kültürlerini böylesine etkili bir biçimde kısırlaştıramazlardı. Mezopotamya'nın sulamalı tarımı, hem yerli yöneticilerin beceriksizliği hem de kanalların bakımını ve onarımını olanaksız kılan Moğol akınları yü-

zünden büyük ölçüde yıkıma uğramıştı. İstilanın çöküş için tek başına yeterli bir neden oluşturamayacağının kanıtı, Moğolların hiçbir zaman giremediği Mısır'ın ve Kuzey Afrika'nın da eşzamanlı olarak gerilemesi, buna karşılık ekonominin daha sağlam temellere dayandığı Çin ve Hindistan üzerinde Moğol akınlarının ekonomik bakımdan hiçbir etkisi olmazken kültürel bakımdan da çok az etkisi bulunmasıdır.

İslam bir din ve uygarlık olarak günümüze dek ayakta kalmasını bildi; hâlâ da varlığını sürdürüyor. Ne var ki, ilk gelişme dönemine damgasını vuran bilimsel itici gücünü bir daha asla kazanamadı. Arap imparatorluklarının yerini alan Moğol ve Türk devletlerinde sağlanan denge içinde bilim, esas olarak 11. yüzyılda ulaştığı aşamada dondurulmuş bir halde duruyordu. Bunun görünürdeki nedeni, felsefeyi ve bilimi köstekleyen ruhban sınıfının güçlenmiş olmasıydı. Oysa bilime gerçek anlamda ihtiyaç duyuluyor olsaydı, bunlar Rönesans Avrupası'nda olduğundan çok daha etkili olamayacaklardı. Doğu'da ekonomik ilerlemenin önceki dürtüleri bir kez zayıflayınca entelektüel dürtüler de kayboldu. Her ikisi de daha sonra tekrar canlanabilirlerdi; ne var ki Moğolların egemenliği altındaki Hindistan'da olduğu gibi, canlanma belirtileri kendini gösterir göstermez erken Avrupa kapitalizminin üstün ticari ve askeri başarıları tarafından bu gelişim bastırıldı.

İslam biliminin meyveleri, yetiştiği topraklarda değerlendirilemediyse de tümüyle heba olup gitmedi. Verileri, deneyleri, teorileri ve yöntemleriyle bütün bir İslam bilimi, Yunan biliminden çok daha geniş bir ölçekte, doğrudan doğruya feodal Hıristiyanlığın yeni, gelişmekte olan bilimine aktarıldı. Gerçekten de, bu kitap eğer bilimin etkilerini değil de bilim tarihini anlatıyor olsaydı, 7. ve 14. yüzyıllar arasında kalan dönemi, kitapların yazılmış olduğu dillerin -Süryanice, Farsça, Hintçe, Arapça ve Latince- farklılığını gözetmeksizin tek bir entelektüel ilerleme çağı olarak aynı bölüm içinde ele almak daha doğru olurdu. 16. yüzyılın yeni bilimi ile 13. yüzyıl Avrupa'sının bilimi arasındaki fark, 12. yüzyıldaki Arap ve Latin bilimleri arasındaki farktan çok daha büyüktür. Ortaçağ'da İslam ve Hıristiyan bilimlerinin gerek görkemi, gerekse sınırlılıkları aynı kökenden, feodalizmin siyasal ve ekonomik temelleri ile olan ilişkilerinden kaynaklanır. Ama gelin bunu açıklamayı bir sonraki bölüme bırakalım.



Şekil 5: Tekli ve çoklu kule stillerinin eskizleri

Güle benzeyen diyagram planı temsil ediyor.

(E. Wiedemann'ın aktardığı el-Dimaschqi'nin Kozmografi'sinden. Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. XXIV. Erlangen. 1911.)

6. Bölüm

ORTAÇAĞ BİLİMİ VE TEKNİĞİ

6.1. BATI AVRUPA'DA KARANLIK ÇAĞLAR

Doğu imparatorluklarında ve İslam dünyasında böylesine görkemli kültürel gelişmeler yaşanırken, Avrupa'nın büyük bir bölümü hâlâ Roma İmparatorluğu'nun çöküşünün ve barbar akınlarının yol açtığı karışıklıklarla boğuşuyordu. 5. ve 9. yüzyıllar arasında Avrupa'nın her tarafında kentler harap oldu. İngiltere'de yabancıların kurmuş olduğu kentler tamamen yok oldu; İtalya'nın bin yıllık köklü kentleri ise yarı yıkılmış, yarı terk edilmiş bir halde güçlükle ayakta kaldılar. İlk barbar hükümdarlar –Batı'da Frenkler ve Gotlar, Doğu'da Slavlar– hatırı sayılır ölçüde lüks eşyaya ve köleye dayalı ticaret de dâhil imparatorluk sisteminin gölgesini sürdürdüler. Klasik kültür, arkasında Boëthius'un kuğu kuşu şarkısı gibi canlı yadigârlar bırakarak gözden kayboldu. Latin ve Yunan edebiyatının bölümlerini içeren yeni Hıristiyan kültürü İyonya ve Kiev gibi uzak merkezlerden yayıldı. Yalnızca Konstantinopolis'te Romalıdan çok Yunan olan, kendi varlığını sürdürmeye ve klasik bilgi birikiminden bir şeyleri korumaya güç yetirebilen Hıristiyanlaştırılmış bir imparatorluk vardı.

Batı krallıkları Şarlman yönetiminde birleşmiş olmalarına rağmen Normanların, Macarların ve Sarokenlerin üç cepheden saldırıları karşısında Roma modeline dayalı bir devlet örgütlenmesini sürdüremediler. Yine de ayakta kalmayı bildiler ve birkaç yıl içinde daha kuvvetli fakat bölünmüş olarak yeniden ortaya çıktılar. Direnişlerinin başarısı, bölgesel savunma ve kendi kendine yeterlilik –yani feodal sistem– temeline dayanıyordu. Bu sistem iyice yerleştikten sonra, 1000 yılından itibaren hızlı bir iyileşme görüldü. Önceleri Batı Avrupa'nın gelişmesini engelleyen nedenler –sık ormanlar ve ağır [çamurlu/killi] toprak-

bu kez başlamış olan ilerlemeyi daha da hızlandırdı. 10. yüzyıldan itibaren Avrupa'nın kendine özgü üstünlükleri belirmeye başladı. Bunlar Batı Avrupa'nın elverişli iklimine ve ağaç kesme ve ağır toprağın sürülmesi gibi teknik güçlerin üstesinden gelinmesiyle birlikte toprağın kuru-tarıma [sulama gerektirmeyen tarıma] uygun hale gelmesine dayalı tarımsal üstünlüklerdi. Öte yandan, İslami Doğu büyük ölçüde çorak bir bölgeydi. Bu nedenle daima kuraklık ve erozyon tehlikesi altındaydı; bu durum sulama sistemlerinin bakımını ve onarımını sağlayan ve hatalı tarımın zararlarını denetim altında tutan yönetim örgütünün güçten düşmesiyle birleşince, sonuç felaket oldu.

Batı Avrupa için böylesine kapsamlı bir örgütlenmeye gereksinim yoktu; ulusal bile değil, bölgesel düzeyde bir çaba yeterliydi. Tam bir örgütsüzlük noktasından işe başlanmasına karşın Avrupa ekonomisi köy köy kendini yeniden var etmeyi başardı. Kısa sürede öncellerini aşan yeni bir uygarlık yavaş fakat karşı konulamaz bir biçimde bol, verimli ve iyi işlenmiş toprağa dayalı sağlam temeller üzerinde yükselmeye başladı. Ne var ki, Avrupa'nın yalnızca Batı ve Kuzey bölgeleri bu üstünlüklerden uzun süre yararlanabildiler. Uzak ve ormanlarla kaplı oluşları, buraları Asyalı göçebe halkların son akınlarından korudu. 13. yüzyılda Tatarlar, yüksek bir uygarlık düzeyine ulaşmış olan Kiev Devleti'ni bozguna uğrattı. Şarlman'ın, Bizans'ın bir benzeri olan Kutsal Roma Frenk İmparatorluğu tamamen yok olmadı, fakat ancak kuzey ormanlarındaki sürgünlerinden yeniden baş verebildi. Bunun sonucunda, Batı Avrupa'dan birkaç yüzyıl sonra Büyük Moskof adıyla Rus devleti tarih sahnesine çıktı. 14. ve 15. yüzyıllarda Güneydoğu Avrupa da aynı akıbete uğradı. Türkler, Güney Slav Krallıkları'nı ve nihayet Bizans'ı ele geçirdiler.

Ortaçağ Hıristiyanlığı'nın dünyası oldukça dar sınırlar içinde kalmıştı. Ana ekseni İtalya'dan başlıyor, Doğu Fransa'ya geçerek İngiltere'de sona eriyor; Doğu'da yalnızca Ren bölgesi ile Aşağı Ülkeleri [Hollanda, Belçika, Lüksemburg], Batı'da ise Gaskonya'yı ve Katalanya'yı içine alıyordu. Bu bölgede bile en karakteristik gelişmeler çok daha sınırlı bir alanda; tarıma elverişli, sulak Flanders, Normandy Champagne ovaları ve Paris havzası ile İngiltere'nin güney kısımlarında yoğunlaştı. Ekonomik biçimlerin, mimarinin ve Ortaçağ bili

minin entelektüel gelişmelerinin yeşerdiği ülke, Paris'in merkez olduğu Frenklerin ülkesi Ile de France oldu. Diğer büyük kültür merkezi olan İtalya, özellikle de Lombardiya ve Toskana klasik dünyanın öylesine etkisi altında kalmıştı ki, özgün katkılarda bulunamıyordu. O, Ortaçağ'ın ardından, Rönesans'ta kendisini gösterecekti.

6.2. FEODAL SİSTEM

Kendinden önce gelen klasik çağın köle ekonomisi ile kendisini izleyen kapitalist ekonomiden farklı olarak 5. ve 17. yüzyıllar arasında kalan bütün bir dönemin ekonomisi feodal olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte siyasal ve dini hiyerarşisi ve bunlara karşılık gelen sanat ve bilgi birikimi ile bir bütün olarak feodal sistemin yalnızca Avrupa'da tam anlamıyla gelişmiş olduğunu görüyoruz. **3.20**

Feodal sistemin ekonomik temeli topraktı. Sistem, büyük ölçüde üretildiği yerde tüketilen yerel tarımsal ürüne ve dağınık bir el sanatları endüstrisine bağımlılığıyla öne çıkıyordu. Ekonomik birim köydü. Köyde çoğu birbiriyle akraba olan kadınlı erkekli kalabalık gruplar toprağı aralarında paylaşarak ekip biçiyor, hemen her şeyi ortaklaşa sahipleniyorlardı. Duygu ve hatta kimi zaman soy bakımından da eski kabile (klan) topluluklarından pek farkları yoktu. Toprağı verimli tutmak için her yıl farklı bir ürün yetiştiriyorlardı (basit ekin rotasyonu); genellikle Kuzey ülkelerinde arazi üçe bölünmüştü: Bir bölümünde ekim yapılıyor; bir bölümü koruluk, diğer bölümü ise meralık olarak ayrılıyordu. İmparatorun ve Papa'nın fahri önderliği altında, sırasıyla laik ya da ruhban sınıfından derebeyleri, onların efendileri, piskoposlar ve krallardan oluşan bir hiyerarşi serflerin üzerinde yükselmekteydi. Her derebeyinin bir ya da daha fazla köyü veya birçok köyde toprakları olabilirdi. Bu köylerde bulunan serfler hem kendileri hem de derebeyi için çalışmak zorundaydılar. Bu feodal hizmet zorunluluğu, yani zorla veya zorun desteğiyle ayakta tutulan gelenek yoluyla çalıştırma, feodal sömürüyü kapitalizmin ücretli emek sisteminden ayırır. Feodalizmi klasik çağın köleciliğinden ayıran ise, köylünün ekip biçmek zorunda olduğu toprağın kullanım hakkına ve ürünün bir kısmına sahip olmasıdır.

Feodal yükümlülükler, teoride, tümüyle tek taraflı değildi. Köylülerin hizmetlerine karşılık derebeyinin de onlara koruma sağlaması gerekiyordu. Ne var ki burada söz konusu olan sözcüğün gerçek anlamıyla korumadan çok bir tür gangsterlikti. Derebeylerinin köylüleri korumak zorunda olduğu tehlike diğer derebeylerinin olası saldırılarından ibaretti. Soylu derebeyinin tek görevi, çağrıldığında efendisinin yardımına koşmaktı; fakat canı isterse ona karşı da dövüşebilirdi. Zamanının geri kalanını yiyip içerek ve avlanarak geçirebilirdi. Ruhani efendinin tek görevi ise dua etmekti. Ama o da bu işten en az laik kardeşi kadar arpalanmasını bilirdi. Dünyevi ve ruhani yüksek soylular elverişli ulaşım araçlarının yokluğu yüzünden maiyetiyle birlikte, birbirinden uzak malikânelerinin çevresinde ne bulurlarsa onu yemek zorundaydılar. Kral bile olsa, aynı yerde uzun süre kalamazdı; saray erkânı ile birlikte bir sirk gibi sürekli dolaşmak zorundaydı. Feodal sistemin soyluları ve ruhban sınıfı, köy ekonomisinin sırtından geçinen asalaklardan başka bir şey değildiler. Bu asalaklık adamakıllı ve zekiceydi. İster laik olsun ister ruhani, malikânenin kâhyaları serflerden hizmet ve paylarını son kuruşuna kadar almakta ustalaşmışlardı. *3.39*

Büyük ölçekli bir üretim ya da örgütlenme olmaksızın, hiçbir üretimde bulunmayan maiyetiyle birlikte nüfusun %10'unu bulan asalak bir sınıfın beslenebilmesi olgusu, feodal köy ekonomisinin hiç de ilkel olmadığını gösterir. Bu ekonomi, toplumsal yapısı bakımından klasik-öncesi köy ekonomisine dönüşü temsil etse de, demirin yaygın olarak kullanılması, daha iyi koşumlar, daha iyi dokuma tezgâhları ile değirmen gibi emekten tasarruf edilmesini sağlayan aletlerin kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, teknik bakımdan daha yüksek düzeyde olduğu görülür. Klasik çağın, kentlerde yoğunlaşan ve üretimin köle emeğine dayalı olduğu, villalarda tüccarlarla toprak sahiplerinden oluşan bir plütokrasi yararına kullanılan teknik ilerlemeleri, feodalizm çağında kırlara alabildiğine yayılarak her yerde bölgesel bir artı-ürün elde edilmesini sağladı. Feodal sistem, bu nedenle teknik bakımdan olduğu kadar toplumsal bakımdan da ilerleme açısından klasik plütokrasiye göre çok daha sağlam temellere dayanmaktaydı.

Aynı zamanda, kendi girişimleriyle bu ilerlemeyi hızla gerçekleştiremeyecek kadar küçük yerel bölgelere bölünmüştü ve gerekli yoğunlaşmadan yoksundu. Yapabileceği tek şey, özellikle 11. yüzyıldan 13. yüzyıla kadar olan sürede, Avrupa'nın işlenmemiş ıssız topraklarına yayılmaktı; o da bunu yaptı. Feodal ekonominin kendine özgü niteliğini yitirmeden gelişebilmesinin tek yolu ekilip biçilen toprakların bu şekilde yoğunlaşmasıydı. Yurtluklarını ve iktidarlarını genişletmek isteyen soylularla Kilise'ye bağlı din adamlarının zorladığı bu yayılma, yeni topraklarda daha iyi koşullarda pazarlık yapabilme olanağına kavuşan serfler tarafından da çoğu kez desteklendi. 13. yüzyılın sonlarına doğru bu yayılma aşırıya kaçmaya başladı ve feodalizmin bir daha kendini kurtaramayacağı ciddi bir ekonomik krize yol açtı.

Bu arada, feodal sistem içinde ticarete ve şehirlerdeki imalata [manüfaktüre] dayalı başka ekonomik biçimler de gelişmekteydi. Bunlar, feodal ekonominin bölgesel kendi kendine yeterliliğini bozarak sonunda tümden yok olmasına yol açtılar. Ancak, ilk aşamalarında feodal sistem içinde eritilebildiklerinden dolayıdır ki feodalizm İngiltere'de ve Flanders'te iki yüzyıl daha, Avrupa'nın diğer bölgelerinde ise daha uzun bir süre devam edebildi. Feodal ekonominin kendisi, büyük ölçüde klasik ekonominin yol açtığı örgütsüzlük ile barbar okullarının ve onların doğurduğu kargaşanın bir ürünüydü. Ortalık durulup savaşlar azalınca, doğrudan toprağa dayalı olmayan örgütlenme biçimine yönelik eğilimler yeniden açığa çıkmaya başladı.

Ortaçağ kentleri

Karanlık Çağlar'dan en az etkilenmiş olan Akdeniz bölgesinden başlayarak önce Güney İtalya, Provence ve Katalonya'da; hemen ardından da tarımsal artı-ürünün en fazla olduğu Ren Bölgesi, Aşağı Ülkeler ve Lombardiya'da kentler yeniden serpilmeye başladılar. **3.31** 11. yüzyıla gelindiğinde bu bölgede kentler iyice gelişmişti artık; 12. yüzyılda ise Kuzey Fransa'da, İngiltere'de ve Ren Nehri'nin doğusunda kalan Almanya topraklarında gelişmiş kentler görülmeye başlandı. Bu kentler büyüdükçe Kilise'nin ve feodal kurumların

kısıtlamalarından kurtulmak için mücadele etmeye başladılar. Merkezi yönetimin en zayıf olduğu Almanya ve İtalya'da neredeyse bağımsız site devletleri haline geldiler. Fransa ve İngiltere'de krallığa bağlı kalmakla birlikte feodal güçlere boyun eğmediler. Bu kentler, çoğu kendi sınırları içinde yaşayan zanaatkârlar tarafından imal edilen malların mübadelesi ile geçiniyorlardı. Kentlerin nüfusu başlangıçta son derece azdı; Ortaçağ'ın sonlarında İtalya ve Flanders gibi daha fazla kentleşmiş ülkelerde bile kent nüfusunun belki %5'ini bile geçmezdi. Yine de bu kentlerin kuruluşu yaşamsal bir önem taşıyordu; çünkü kapitalizmi kuracak olan burjuva [kentsoylu] sınıfı bu kentlerden çıktı. Söz konusu kentsel hareket, aynı zamanda antik çağların biliminden tepeden tırnağa farklı, yeni, faydacı bir bilimin de odak noktası olacaktı.

Ne var ki Ortaçağ'ın büyük bölümü boyunca kentler böylesi devrimci bir rol oynamadılar. Kendileri için gerekli olan özgürlükleri bir kez elde edince, esas itibarıyla kırsal olan feodal ekonomiye ayak uydurdular. Ancak bu ekonomi hiçbir bakımdan istikrarlı değildi. Daha önce işaret ettiğimiz gibi, ilk evresi sırasında öne çıkan, feodal düzenin oturtulması ve yaygınlaştırılmasıydı. *3.31* 13. yüzyıldan sonra bu düzen yalnızca temellerinin zayıf olduğu İtalya'da değil Aşağı Ülkeler'de, İngiltere'de ve Kuzey Fransa'da da kendiliğinden çözülmeye ve çökmeye başladı. Bu çözülme, bir bütün olarak düşünüldüğünde, yozlaştırıcı değil ilerletici oldu. Yalnızca gıda değil tekstil alanında da görülen üretim artışı bu döneme damgasını vurdu; bunu, hiç değilse daha zengin olanların feodal hizmetten kurtulmasını sağlayan, köylülüğün farklılaşması izledi. Pazar için yapılan meta üretimi geçim ekonomisinin yerini aldı. Böylece ticaretin ve kentlerin önemi arttı. Tüm bunlar, yeni bir çağa -kapitalizm çağına- yol açan imalat ve taşımacılık tekniklerindeki değişimlere daha büyük bir ivme kazandırdı.

Bununla birlikte, teknik yeniliğin itici gücü, özellikle topraktan daha iyi yararlanma ve makineleri daha fazla kullanıma sokma yönünde, Ortaçağ'ın başından beri mevcuttu. Ortaçağ köylüsü ve işçisi klasik tekniğin mirasından ve Arapların ona yaptığı katkılardan bu alanlarda yararlandılar. Yitirilen şey, daha önce de belirttiğimiz gibi, lüks sanatlar ile geniş kent örgütlenmesiydi. Su kemerleri ve

hamamlar olmasa da olurdu, ama değirmenler ve dökümhaneler mutlaka gerekliydi. İleride göreceğimiz gibi, tarım ve pratik sanatlar Doğu'dan öğrenilenlerle ve yerli icatlarla daha da geliştirildi. Bu ilerleme, insan eylemi yerine mekanik eylemin, insan gücü yerine de hayvan ve su gücünün geçirilmesi doğrultusunda gerçekleşti. Yunanlıların veya Romalıların yapamayıp da Ortaçağ zanaatkârlarının yaptıkları hiçbir şey olmadığı doğrudur; fakat birinciler, daha az insanla daha fazla iş yapmayı zorlayan dürtüden yoksundular.

Ortaçağ'ın büyük bölümünde, kronik bir işgücü kıtlığı çekildi. Artık, klasik çağlarda teknik gelişmeyi köstekleyen har vurup harman savrulabilecek köle emeğinden yoksun kalındığı gibi, feodal sistemin doğası gereği tarımın genişletilmesi yönünde güçlü bir dürtü de bulunmaktaydı. Soylular sürekli daha fazla toprağa ihtiyaç duyuyorlardı; ne var ki, köylüler olmadan toprağın bir anlamı yoktu. Asla yeterli sayıda köylü bulunamıyordu; hele ki hasat zamanlarında. Kuşkusuz köylüler daha ağır çalışmaya zorlanabilir, ellerindeki ürünün daha fazlasına el konulabilirdi. Fakat köylü isyanlarının açıkça ortaya koyduğu gibi, bunun da bir sınırı vardı. Bu nedenle, öncelikle girişken feodal beyler ve kilise papazları, ardından da zengin tüccarlar servet edinecekleri başka yollar aramaya koyuldular; imalathaneler, tekstil fabrikaları, madenler ve dış ticaret seçenekler arasındaydı. Teknik ilerleme yavaştı; soyluların ve loncaların öncelik hakları [rüçhan hakkı] tarafından köstekleniyordu; fakat asla durdurulamadı. En sonunda da, yol açtığı sonuçlarla feodal sistemin ve onun entelektüel ifadesi olan Ortaçağ dünya düzeninin kuyusunu kazdı.

6.3. ORTAÇAĞ'DA KİLİSE

Tüm bir Ortaçağ'ın ekonomik temelini feodal sistem oluşturdu; sistem entelektüel ve yönetsel ifadesini ise Kilise'de buldu. Kilise'nin birliği ve düzeni soyluların anarşik eğilimlerini önlüyor, tüm bir Hıristiyan dünyası için ortak bir otorite temeli sunuyordu. Belirli konular üzerinde imparator ile papa, kral ile piskopos arasında sıkça iktidar çatışmaları yaşansa da her iki taraf da toplumun devamı için bir diğerinin gerekliliğinin farkındaydı. Kilise feodal sisteme karşı değil,

aksine onun önemli bir parçasıydı. Reformasyon'un da açıkça gösterececeği gibi, biri değiştirilmeden diğerini değiştirmek olanaksızdı.

10. yüzyıldan önceki geçiş döneminde Batı'da Kilise'nin başlıca kaygısı kültürel bakımdan ayakta kalmaktı. Roma İmparatorluğu'nun sınırları içine girdikçe Hıristiyanlığa kazandırılmaları gereken barbarların -Gotlar, Vondovlar, Frenkler, Saksonlar ve Lombardlar- birbiri ardına gelen akınları karşısında Kilise, antik uygarlığın tek dayanak noktasıydı. Sonraları, Hıristiyanlığı yayma çabaları Vikingleri ve Macarları da kapsayacak şekilde genişletildi. Kilise her yerde, öncelikle imparatorluğun büyüklüğünün mirasçısı olarak kendi egemenliğini dayattı; bu arada, barbar şeflerin ihtiraslarından ve onların çevresinde bulunan insanların mucizeler karşısındaki saflıklarından ve hayranlıklarından yararlandı. Bu süreçte Kilise'nin kendisinin de barbarlaşması kaçınılmazdı; Kilise her ne kadar dinin etkileyici zahirî yanlarına -ritüellere, cübbelere, kutsal emanetlere ve mucizelere- sıkı sıkıya bağlı kaldıysa da önceki entelektüel içeriğini büyük ölçüde yitirdi. Geriye kalanlar ise, klasik bilim ve felsefeden bir şeyleri korumayı başaran Bede (673-735) ve Erigena (t. 800-877) gibi keşişlerin bulunduğu İrlanda ve Kuzey Umbria'da gösterilen çabalar sayesinde unutulmaktan kurtuldu. ***3.1a***

Avrupa'da entelektüel bakımdan yeniden canlanma doğrultusunda görülen ilk genel hareket, kendisi okuma-yazma bilmemesine karşın 9. yüzyılda ilk saray okullarını kuran Büyük Charles'ın hareketiydi. Ne var ki Vikinglerin, Macarların ve Sarokenlerin istilaları karşısında tutunamadı. Burgundry'ye bağlı Cluny'de 10. yüzyılda başlayan manastır reformlarıyla birlikte Kilise, kralından serfine kadar tüm Hıristiyanların yaşamlarını ve düşüncelerini denetim altında tutabilecek bir örgütlenmeyi ciddi olarak kurmaya girişti. Bu örgütün kendisi de feodaldi; üstelik iki misli. Söz konusu olan, hepsi de feodal toprak sahipleri durumundaki seküler din adamlarının; Papa'nın, piskoposların ve papazların oluşturduğu hiyerarşi değildi yalnızca. Bunun yanı sıra manastır rahipleri ile keşişler de kendi bölgelerinde, kendi hesaplarına toprak işletiyor ve feodal yayılmanın öncülüğünü yapıyorlardı.

Ortaçağ'ın başlarında, en azından 13. yüzyılın başlarına dek Kilise, İtalya'da bile papaz ve keşişleriyle birlikte eğitim ve hatta okurya-

zarlık üzerinde tam bir tekel kurmuştu. Feodal yönetim ruhban sınıfının elinden geçmek zorundaydı. Sözcüğün kendisi günümüzde de buna tanıklık etmektedir [clerical sözcüğü İngilizcede hem ruhban sınıfı hem de devlet dairesine özgü anlamına gelir]. Bu tekel Ortaçağ düşüncesine bir dereceye kadar birlik kazandırdıysa da, onun ufuklarını önemli ölçüde daralttı. Ne Yunan ne de İslam düşüncesi tek bir toplumsal tabakaya böylesine bağlı kılınmıştı.

Ortaçağ Kilisesi'nin toplumsal yaşama dönük bu belirleyici yaklaşımı, Roma İmparatorluğu'nun karanlık çöküş günlerinde ortaya çıkmıştı. Bu dünyadaki hayatın cennet ya da cehennemdeki ölümsüz hayata yalnızca bir hazırlık olduğunu savunan bu yaklaşım, yaşam koşullarındaki yadsınamaz iyileşmeyle birlikte giderek zayıfladıysa da, Rönesans'a dek varlığını korumayı başardı. Ne var ki uygulamada Kilise'nin dünyevi işlere dair kurnazca ilgisi asla sönmedi; bu arada Kilise feodal düzenin sürmesi için de elinden geleni ardına koymadı.

Rahiplerin ortaya çıkışı

Kırsal ekonomiye duyulan bu ilgi 12. yüzyıldan sonra Kilise'yi yeni kentlerdeki tüccarlardan ve zanaatkârlardan oluşan seküler toplumun çıkarlarıyla ters düşürdü. Onlar da hoşnutsuzluklarını genellikle manici ve mistik türden sapkın mezheplerle ortaya koyarak insanın açgözlü ve aşağılık ruhban sınıfının aracılığı olmadan da Tanrı'ya ulaşılabileceğini ileri sürdüler. Bu tür sapkın mezhepler, 1209'da Albingensler'e karşı düzenlenen büyük Haçlı Seferi'nde olduğu gibi, bir süre kılıçla bastırıldı. Fakat 13. yüzyıla gelindiğinde daha doyurucu bir çözüm bulundu. Kilise kısmen değişen koşulların bir ifadesi, kısmen de bu değişime tepki olarak ortaya çıkan resmi izinli dilenci ve vaizler -Fransisken ve Dominiken rahipler- aracılığıyla yeni bir silaha kavuştu.

Assisili St. Francis (1182-1226), yaşamı ve vaazlarıyla, dünya malına düşkünlüğe ve aşırı servete karşı yoksul kentlilerin isyanını dile getirdi. Mesajı geniş kitlelere ulaştı ve dolayısıyla tehlikeli bir hal aldı. Bu yüzden papalık diplomasisi, onun bir sapkınlığa dönüşmemesi ve iç çatışmalara yol açmaması için önlem alma gereği duydu. Bu

oldukça güç bir işti ve büyük bir çaba harcanmak zorunda kalındı. Aynı güçlükler, günümüzde de Fransa'daki "işçi rahipleri"nin denetim altında tutulmasında yaşanmaktadır. "Ruhani" Fransiskenlerin direnişinin bastırılmasından sonra bile, öğretileri Occam (ö. t. 1349) ve Wycliffe (t. 1324-1384) aracılığıyla etkisini sürdürdü ve Reformasyon'un yolunu açtı.

Öte yandan, St. Dominik'in vaiz rahipleri en başından itibaren bile isteye gericiydiler. Görünürdeki amaçları ikna yoluyla sapkın mezheplerin yayılmasını önlemekti. Kent halkı artık akıllanmıştı; hatta giderek bilinçlenmekteydi. Onlara karşı Ortodoks öğretiyi bütün ağırlığıyla kullanmak gerekiyordu. St. Albert (1193-1280) ile St. Thomas Aquinas'ın (1227-1274) felsefelerinin kaynağı ve düzenin büyük savunucusu Aristo'ya duydukları içgüdüsel yakınlığın nedeni buydu. Haçlı Seferleri'nin ve Engizisyon'un çok daha acımasız yöntemleriyle karşılaştırıldığında bu ikna çabalarının ne ölçüde etkili olduğunu söyleyebilmek güçtür; fakat sapkınlıkların bir 300 yıl daha denetim altında tutulduğu da bir gerçek.

Ne var ki rahiplerin tüm çabalarına rağmen Ortaçağ'ın son iki yüzyılı, gelişen kentlerin ve kır soylularına karşı kentlerle birleşen kralların artan güçlerinin etkisi altında Kilise'nin belirgin bir güç kaybına uğradığına tanık oldu. Papalık 1309'da Avignon'a taşınmak zorunda kaldı; Kilise ise 1378 ve 1418 yılları arasında iki ya da üç papa arasında bölündü. Bu gediği kapatmak için genel konseyler yeni yetkilerle donatıldılar. Ama bu da pek işe yaramadı. Huss 1415'te yakılmış olmasına karşın yandaşları bu genel konseylere meydan okumayı sürdürdüler ve 1526 yılına kadar Bohemya'da bağımsız bir ulusal devleti yaşatmayı başardılar. Ne var ki Kilise, yalnızca örgütlenme olarak zayıflatılabildi; entelektüel ve toplumsal düşünce üzerinde öyle etkiliydi ki, sonraki birkaç yüzyılın siyasal ve politik tartışmaları esaş olarak dinsel bir çerçeve içinde yürütüldü.

6.4. SKOLASTİKLER VE ÜNİVERSİTELER

Batı Hıristiyanlığı'nın 10. yüzyılda başlayan uyanışı her ne kadar Bede ve Erigena gibi yetenekli düşünürlerce aktarılmış olsa da, klasik

bilgi birikiminden arta kalan bölük pörçük parçaların sunduğundan çok daha geniş bir entelektüel temele gereksinim duyuyordu. Din adamları, düşünce ufukları genişleyecek ve düşündüklerini kaleme alabilecek bir tarzda eğitilmeli; Kilise'nin ruhani ve dünyevi istekleri ortaya konup savunulmalıydı. Bu ihtiyaç önceleri Chartres ve Reims'de olduğu gibi, katedral okullarının kurulması yoluyla karşılandı. 12. yüzyıla gelindiğinde bu okullar yedi temel bilim[18], felsefe ve en önemlisi de teoloji dallarında eğitim veren üniversitelere dönüştü. Bunların ilki ve en önemlisi olan 1160'da kurulan Paris Üniversitesi sanıldığının aksine ilk üniversite değildi. Tüm konuların bir arada araştırılıp incelenerek okutulabileceği yer olan üniversite *-stadium generale-* düşüncesi de bütünüyle yeni bir düşünce değildi. Antik çağlarda Atina'da okullar açılmış, İskenderiye Müzesi kurulmuştu. Müslümanların cami okulları olan medreselerde yüzyıllar boyunca din ile felsefe bir arada okutulmuştu ve MS. 11. yüzyıldan beri de Salerno'da bir tıp okulu bulunmaktaydı. Ortaçağ'ın yeni üniversiteleri tüm bu okullardan bir şeyler aldılarsa da eğitimleri çok daha genel ve sistematikti. Birer öğretim hazinesi olarak Hıristiyanlık dünyasında özel bir yer kazandılar. Bolonya Üniversitesi, Paris Üniversitesi'nden ya daha önce ya da aynı tarihlerde kuruldu. Paris'e bağlı olan Oxford 1167'de, Cambridge 1209'da kuruldular. Ardından 1222'de Padua, 1224'te Napoli, 1227'de Salamanca, 1337'de Prag, 1364'te Krakov, 1367'de Viyana ve 1410'da St. Andrews üniversiteleri geldiler.

Üniversiteler ilk kuruldukları günden itibaren ve doğrusu oldukça kısa bir zaman öncesine kadar esas olarak din adamlarını eğiten kurumlar olarak kaldılar. Din adamlarının okuryazarlık gerektiren mesleklerin tekelini ellerinde bulundurdukları ve yönetimden bütünüyle sorumlu oldukları bir dönemde bu vurgunun pek de önemi yoktu. O zaman için önemli olan eğitilmeleri ve klasik dünyaya özgü düşüncelerden hiç değilse bazılarını özümseyebilmeleriydi. Çok az sayıda kitap bulunduğundan öğretim konferanslar ve münazaralar yoluyla yapılıyordu. Tıp fakülteleri kurulduğunda halen bu yöntem

18 Yedi temel bilim (liberal arts): Ortaçağ'da, üç yolun birleştiği yer anlamına gelen trivium (dilbilgisi, retorik ve mantık) ile dört yolun birleştiği yer anlamına gelen quadrivium (aritmetik, geometri, astronomi ve müzik)

kullanılmaktaydı. Müfredatın temelini, klasik öğretimin aşırı basitleştirilmiş bir özeti olan yedi bilim oluşturuyordu. İlk üç "trivium" konu öğrenciye anlamlı (güzel) konuşma ve yazmayı -kuşkusuz Latince olarak- öğretmeyi amaçlayan gramer, retorik ve mantıktı. Bunu aritmetik, geometri, astronomi ve müzikten oluşan quadrivium izliyordu. Felsefe ile teolojiye ancak bu eğitim tamamlandıktan sonra el atılabilirdi. Temel eğitimin seküler olmakla kalmayıp aynı zamanda bilimsel de olması dikkate değer; bu bakımdan İslam modeli izlenmiştir. Hukuk ve tıp diğer fakültelerde okutuldularsa da ne tarih ne de edebiyat bu eğitim içinde kendine bir yer bulabildi. Rönesans'ta tüm bir skolastik sisteme gösterilen hümanist tepkinin nedeni bu eksiklikti.

Doğrusu, öğretilen bilim pek kapsamlı değildi. *3.34* Aritmetik sayıları, geometri Öklid'in ilk üç kitabını, astronomi takvimi ve paskalya gününü hesaplamayı öğretmekten öteye gitmiyordu. Fizik ve müzik ise çok farklı ve platonikti. Doğayla ya da uygulamalı sanatlarla ne fazla bir ilişki ne de ilişki kurmak için fazla bir istek bulunuyordu. Yine de hiç değilse bilgiye karşı bir sevgi ve tartışmaya karşı bir ilgi beslenmekteydi. Ortaçağ'ın sonlarında Padva gibi birkaç istisnanın dışında üniversiteler yerleşik bilginin bekçileri ve her türlü kültürel ilerlemenin önünde engel haline gelmişlerdi; oysa ilk günlerinde Avrupa'da entelektüel hayatın odak noktasıydılar.

Arap ve Yunan bilgisinin etkisi

Batı'da muhafaza edilebilenden çok daha zengin bir klasik bilgi hazinesine sahip olan Arap bilimi, işte bu kısıtlı ve arzu dolu entelektüel çalışmaları etkilemeye başladı. 11. yüzyılda çevrilen birkaç eseri 12. yüzyılda bir çeviri seli izledi. Pek çok Arap ve Yunan klasiği, çoğunlukla Arapçadan ama bazıları da doğrudan Yunancadan Latinceye çevrildi. 3.2 Çevirilerin çoğu İspanya'da, bir kısmı da Sicilya'da yapıldı. Haçlı Seferleri'nin kültürün yayılması üzerinde pek fazla etkisi olmadı. Bu kültürel alışveriş, Hint ve İslam bilimleri arasındakine bir parça benzese de, eski çağların kültürel alışverişinden bütünüyle farklı bir karaktere sahipti. Burada aslında ölü olan bir geleneği yeni

ve canlı bir kültüre aktarmak yerine, henüz canlılığını tam olarak yitirmemiş bir kültürün meyveleri devrediliyordu. İlk bakışta tümüyle farklı bir dilde ifade edilen, dini inançları yabancı olmakla kalmayıp düşmanca da olan bir halktan gelen düşüncelerin aktarılmasında çok büyük güçlükler çekildiği düşünülebilir. Ancak bu engellerin, Arapların aktardıkları kültürle Latinlerin önceden sahip olduğu kültür arasındaki benzerlik göz önüne alındığında yüzeysel olduğu görülür. Aslında, Batı'nın zaten temelini oluşturan Helenistik kültür, daha genişçe ve kökenine daha yakın bir kaynaktan aktarılmış oluyordu. Her ikisi de, aynı Platoncu ve neo-Platoncu düşünceden beslenmekteydi. Sözcükler yabancıydı ama anlamları değil.

Yalnızca bu da değil; İslam dünyasının karşılaştığı aynı entelektüel sorunlarla -evrenin yaradılışı; inançla akıl arasındaki uzlaşma; Kuran'ın gerçek kaynağı ya da ölümsüz varlığı; mistik deneyimin doğruluğu- Hıristiyanlar da boğuşmak zorunda kaldılar. Duns Scotus ile Thomas Aquinas, El Gazali ile İbn-i Rüşd arasında başlamış olan tartışmayı devam ettirdiler. Yalnızca bilim açısından düşünecek olursak, 9. ve 14. yüzyıllar arasındaki dönemi, din ile felsefeyi uzlaştırma sorununu çözmek için birlikte yürüttükleri çabalar bütünü olarak ele almak mantıklı olacaktır. Ne var ki bu da, bu girişimin sonuçlarında belirgin bir farklılığa yol açan coğrafi ve ekonomik farklılıkları göz ardı etmek anlamına gelir. Bir süre sonra İslam ülkelerinde bilimin ilerlemesini durduran bir uzlaşmaya varılırken, Hıristiyan dünyasında tartışma ekonomik değişimlerin etkisiyle bütün bir Yunan dünya tablosu yıkılana ve yerini bir başkası alana dek sürdü.

İnanç ve akıl

Daha 11. yüzyılda, Arap öğretisinin etkisi tam olarak duyulmaya başlanmadan önce, okullar arasındaki tartışmalar esas itibarıyla inancı akla dayalı bir temele oturtma ya da daha daraltarak söyleyecek olursak, kutsal kitapları ve pederleri Yunan mantığıyla uzlaştırma sorunu etrafında dönmekteydi. Önceleri bu oldukça kolay gözüktü: St. Anselm (1033-1109), mükemmellik fikrinden yola çıkarak Tanrı'nın varlığını kanıtladı. Oysa rasyonel bir dinin ayrıntılarını

tamamlamak çok daha zordu. Gerçekten de, Abelard (1079-1142), *Sic et Non* adlı yapıtında pederlerden çokça alıntı yaparak onların hemen her yaşamsal sorunda birbirleriyle çelişen görüşler dile getirdiklerini gözler önüne serdi. Önceleri, 12. yüzyılda Aristo'nun belli başlı eserlerinin yeniden ortaya çıkmasıyla bu sorunların çözülebileceği düşünüldü. Gerçekten de, bilgisinin kapsamı ve mantığının titizliği kavranınca, Aristo'nun efsanevi ününü fazlasıyla hak etmiş olduğu görüldü. Üstelik daha önce gördüğümüz gibi Aristo'nun tutucu doktrinleri durağan ve sınıflı bir topluma uyacak şekilde oluşturulmuşlardı. Bunları pagan bir köle ekonomisi yerine Hıristiyan ve feodal bir ekonomiye uyarlamak için yalnızca birkaç değişiklik yapmak yeterliydi.

İlk adım, Ortaçağ boyunca büyük bir yorumcu olarak saygı duyulan İbn-i Rüşd tarafından çok önce atılmıştı. Ne var ki İbn-i Rüşd'ün Aristo'ya duyduğu saygı öylesine büyüktü ki onun yorumunu Hıristiyanlığa [Kutsal Kitap'ın Vahiy bölümüne] uyarlamak pek kolay değildi. **3.19; 3.35** Bu görev, Dominiken rahip St. Thomas Aquinas [Akinolu Toma] tarafından yerine getirildi. Onun büyük eseri *Summa Theologica*, doğa ve insanlar alemini, çok daha önemli gördüğü ilahi yönetim ve insanın kurtuluşu çerçevesinde açıklar. Eserin bütünü, hayranlık uyandırıcı bir tarzda düzenlenmiştir. Tartışılan konu üzerinde lehte ve aleyhte görüşlere ve bunlarla birlikte daima Ortodoks çözümlere götürecek savlara yer verilmiştir: İnanç her zaman akla üstündür, çünkü aklın asla tek başına kavrayamayacağı şeyler vardır. Yine aynı mantık çerçevesinde, vahiy ile aklın asla uyuşmazlık içinde olamayacağı öne sürülmektedir. Yanıtlar önceden bilindiğinden, St. Thomas'ın savları çoğunlukla özel bir rica [dilek] havası taşır. Ne var ki bu savlar hiç geliştirilmediler ve günümüze dek Katolik doktrinin temelini oluşturdular.

Zamanın sınırlılığı göz önüne alındığında, St. Thomas'ın yapıtının sistem ve ustalık bakımından hayranlık uyandırıcı olduğu görülür. Yapıt Aristo'nun salt bir uyarlaması olmasının ötesindedir; Aristocu yöntemin, Yunanlıların asla tanımadıkları feodal topluma özgü sorunların çözümlenmesinde kullanılmasını da içerir. Ne var ki yapıt, düşüncenin gelişiminde yeni ve ileri bir adım değildir. Gü-

nümüzde bu görüşlerin felsefi bir temel olarak kabul edilmesi ise gericiliğin neo-Tomacı savunucularının entelektüel bakımdan iflas etmiş olduklarının itirafıdır.

St. Thomas kuşkusuz son derece yetenekliydi. Erken dönem Hıristiyanlığının bölük pörçük ve pek çoğu çelişkili doktrinlerini akılla uzlaştırmanın yanı sıra sözüm ona Areopagus meclisinin üyesi Dionysius'un *Göksel Hiyerarşi* adlı neo-Platoncu sahte yapıtını -doğruyu söylemek gerekirse bu kitap neredeyse tüm Ortaçağ düşünürlerince kutsal kitap olarak kabul edilmiştir- bilimsel olmadığı gibi Hıristiyanlıkla da bir ilgisi bulunmayan kendi dünya düzeninin temel dayanağı yapmıştı.

Modern bilimin Ortaçağ skolastisizminde doğması gerçeğinden etkilenen yakın dönemin kimi tarihçileri, skolastik bilginlerin bunu yapabilmelerine olanak tanıyan muhakeme [akıl yürütme] yeteneklerini övmüşlerdir. Öncelikle bilinmelidir ki modern bilimi yaratanlar skolastik bilginler değil, onların amaç ve yöntemlerini şiddetle reddeden Leonardo, Bacon ve Galileo gibi insanlardır. Üstelik bilimsel devrim tarihi tüm çağlar boyunca birikip gelen saçmalık yığınını ortadan kaldırmanın, bilimin kuruluş aşamasında karşılaşılan en güç ve en usandırıcı görev olduğunu göstermektedir. Bu engeller var olmasaydı bin yılda ancak erişilmiş olan düşünce yığınının 200 yıla sığdırılabileceğini göz önünde bulundurursak, bilimin gelişmesini böylesine geciktiren doktrinleri ortaya atanlara duyduğumuz saygı oldukça azalacaktır.

Nominalist muhalefet

St. Thomas'ın çalışmaları kendi yaşadığı dönemde uzun zaman sonra olduğundan daha az beğeniyle karşılandı. Arap biliminin etkisini göstermesinden önce de, Platoncu görüşlerin *gerçekliğine*, Aristocu tözsel biçimlere dayalı son derece genel tartışma yöntemine karşı çıkanlar bulunuyordu. Gerçekçilere karşı çıkan ilk *nominalist* [adcı] olan Roscellinus'un (t. 1050-1122) savları St. Thomas'a rağmen fransisken Duns Scotus (t. 1266-1308) tarafından desteklendi. Nominalistler aslında bireyselliğin önemini vurgulayarak ve şeyle-

rin isimlerden veya düşüncelerden önce geldiğini öne sürerek tüm bir rasyonel teolojik düzeni reddediyorlardı. Aynı zamanda iyi birer Hıristiyan olduklarından bu onları ne kuşkuculuğa ne de doğanın doğrudan incelenmesine götürdü; bunun yerine El Gazali gibi insan aklının kavramayı ümit bile edemeyeceği kadar üstün ve mistikçe kabullenilen körü körüne bir imanı savundular. Yine de gerçekçilerle tartışma ihtiyacı duyduklarından ve uslamlamalarını eleştirel bir anlamda geliştirmeleri gerektiğinden, doğa bilimlerinin gelecekteki canlanmasına yararı dokunacak görüşler ileri sürdüler. Occamlı William'ın ünlü "varlıklar sebepsiz çoğalmamalı" ya da daha özgün olan "daha az ile yapılabilecek olanı daha çokla yapmak beyhudedir" sözleri, bilimsel teorinin pek çok saçmalıktan kurtulmasını sağladı. Daha sonraları Paris'teki Buridan (t. 1297-1358) ve Oresme (1320-1382) okulları Occam'ın yöntemini kullanarak Aristo'nun hareket doktrinini eleştirdiler ve böylece Galileo'nun dinamik bilimde yapacağı reformun önünü açtılar. Aklın uzun bir süre işin içine en az karıştığı kimya alanında da simyasal yaklaşım mistik kafa yapısına sahip olanlardan destek gördü. İslami sufi mistisizminin Hıristiyanlıkla tanıştırılmasında ana kaynak olan Mayorkalı Ramon (t. 1235-1315), ileride göreceğimiz gibi, Paracelsus ve Van Helmont aracılığıyla günümüz kimyasına ulaşacak olan kimya geleneğinin kurucularından biriydi ya da öyle olduğu sanılıyordu.

6.5. ORTAÇAĞ BİLİMİ

Ortaçağ bilimine giriş yapmak için bu felsefi ve teolojik ön-açıklama gerekliydi; çünkü o çağda, az da olsa yapılmış bulunan bilimsel araştırmalar neredeyse yalnızca dini amaçlarla ve din adamları -rahipler, keşişler ya da frerler- tarafından gerçekleştirildi. Bu yanıyla, bilim insanlarının pek azının dini bir mesleğe sahip olduğu ve çoğunun içtenlikle faydacı [utiliteryan] amaçlar güttüğü İslam biliminden belirgin biçimde farklı olan koşullar söz konusudur.

Ortaçağ bilimini göklere çıkarıp Rönesans bilimini yeren günümüzün moda akımı, tek kelimeyle ahmakçadır. Gerçeklerle bağdaşmamasının yanı sıra Ortaçağ'ın din adamına ve bilginine ilgi

duymadığı bir alanda övgüler düzerken, onların gerçek katkılarını gözlerden sakladığı için de haksız bir tutumdur. Roger Bacon (t. 1235-1315), çağdaşlarını hırçın ve huysuzca suçladığı yazılarında bile -büyük St. Albert ile St. Thomas'tan "cahil çocuklar" diye söz eder- bilimin asıl amacının vahiyi desteklemek olduğundan asla kuşku duymaz. **3.42** Bacon'un onlardan tek farkı, kanıtlarını akıl yerine deneyimde aramış olmasıdır. Ortaçağ insanı uslamlama ve deneyler tasarlayıp gerçekleştirme bakımından olağanüstü yetenekliydi. Normal insanlar da öyledir. Bu numaraları Yunanlılardan ya da Araplardan mı öğrendikleri, yoksa kendilerinin mi geliştirdikleri hiç önemli değil. Bilimin gelişimi açısından asıl önemli olan, doğayı araştırmak ve onu denetim altına almak için bu yöntemlerden ciddi anlamda yararlanmamış olmalarıdır. Onları bunu yapmaya yönlendiren bir güdü olmadığı gibi, caydırıcı pek çok sebep bulunuyordu. Kilise'ye bağlı olduklarından başka pek çok uğraşları da vardı. İlk Batılı bilim insanı Gerbert (930-1003) papa oldu; en yeteneklileri Robert Grossetesse (t. 1168-1253) piskopos olmasının yanı sıra Oxford Üniversitesi'nin rektörüydü; St. Yüce Albert ile en iyi deneyci Freiburglu Dietrich (1300'den sonra), dominikenlerin tüm Almanya'dan sorumlu, başpiskoposluğa bağlı yöneticileriydiler. Hatta, Ortaçağ'ın sonlarının en cesur düşünürü Cusalı Nicholas (1401-1464) papalığın propagandasını yapmakla görevlendirildi ve sonunda Brixen piskoposu oldu. Bilim alanındaki çalışmaları bir bakıma boş zamanlarını değerlendirme uğraşıydı.

Bu genel durumun dışında kalan istisnalar -Roger Bacon ve gizemli Hacı Peter- kaideyi bozmazlar. Roger Bacon bilimsel araştırmalar için büyük bir servet harcadı ve Papa tarafından kutsanmasına karşın hapse atıldı. Peter birkaç sayfalık bir mektup yayınladı fakat onun hayranı olan Roger Bacon'a göre "onun derdi söylevler ve söz düelloları değil, içinde huzur bulduğu bilgece çalışmalar"dı.

Doğa bilimlerinde Ortaçağ'da elde edilen başarıların tümünü şöyle sıralayabiliriz: St. Albert'in doğa tarihi ve mineraller üzerine birkaç yazısı; İmparator II. Frederic'in kuşlar üzerine kısa ve özlü incelemesi; Hacı Peter'in deneyler yoluyla manyetizma bilimine yaptığı katkı; Freiburglu Dietrich ile Witelo'nun gökkuşağı hakkın-

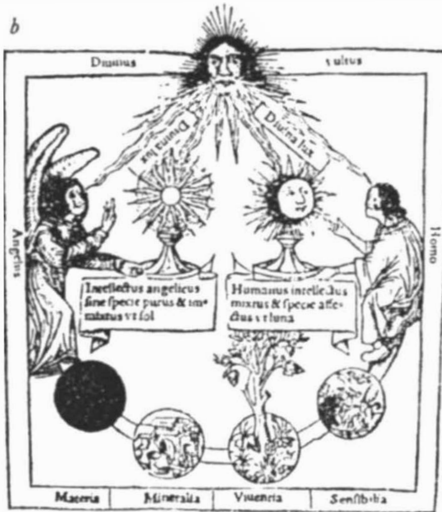
da Newton'a dek daha iyisi yapılamayan bir açıklamayı da içermek üzere El Hazen'in optiğini geliştirmeleri ve Buridan ile Oresme tarafından Aristo'nun hareket teorisine yönelik pek de özgün olmayan eleştirileri. Bunlardan hareketle, günümüzde bilimsel devrimin başlangıç tarihini 13. yüzyıl olarak almak ve bir miktar gecikmeli olarak 1931'de aziz ilan edilen St. Albert'in bilimin kutsal koruyucusu ilan edilmesi gerektiği öne sürülmektedir.

Matematik ve astronomi

Matematikte ve astronomide durum biraz daha iyi görünse de özünde aynı hikâye tekrarlandı. Pisa'nın Leonardosu olan Fibonacci (1202 sonrası), Arap cebirini ve Hint rakamlarını Hıristiyan dünyasına tanıttı. Kendisi büyük bir matematikçi olmasına karşın ardında bir okul bırakmadı ve Rönesans'a gelinceye dek matematikte ciddi bir ilerleme görülmedi. Mekanik biliminde Jordanus Nemorarius (ö.t. 1237) kaldıraç yasasının oldukça basit bir açıklamasından yola çıkarak bir makine tarafından yapılan işin miktarının onun üzerine basınç yapan kuvvete eşit olduğu ilkesini geliştirdi. Ne var ki çağın verili teknik düzeyi nedeniyle bu ilkenin mevcut mekanik bilimi üzerinde hiçbir etkisi olmadı; olamazdı da.

Astronomi alanında, Batlamyus'un *Almagest*'i 1175 yılında çevrildi. Bu eser 13. yüzyılda bilge kral Alfonso'nun emriyle, Arapların daha önceki gözlemlerine dayanılarak düzenlenen güncel gözlem tablolarıyla birlikte, Helenistik astronominin Hıristiyan dünyasında sürdürülmesini sağladı. Burada da, İslam dünyasında olduğu gibi esas olarak takvim hazırlanmasında ve astrolojik amaçlarla kullanıldı. Titiz gözlem, hesaplama ve öngörü gerektiren tek bilim olan gözlemsel astronomide İslam'ın hâkimiyetinin diğer bilim dallarındakine oranla daha uzun sürmüş olmasının bir önemi yoktur. Maragha'nın (t. 1260) İlhanik tabloları ve Uluğ Bey'inkiler (1394-1449) Rönesans'a dek eldekilerin en iyileriydi. Ortaçağ astronomları, özellikle de 14. yüzyılda Merton College'da bulunanlar, astronomik hesaplamaların ayrıntılarında birtakım gelişmeler kaydedecek yetenekte olduklarını gösterdiler. Ayrıca trigonometriye ve astronomik aletlerin yapımına da katkıda





Şekil 6: Ortaçağ uygulama ve kuramı

a. Ortaçağın Sonlarındakine benzer gezegenler sistemi. Bir adam bu gezegenlerin sonuncusunu kırıp çıkarak onları çalıştıran göksel mekaniği görüyor.

b. Varoluşun büyük zinciri Kutsal ışık, biçimsiz madde, mineraller, bitkiler ve soyut varlıklar alemleri tarafından birleştirilen melekle insanı aydınlatıyor. Bovillus'un De Intellects adlı eserinden, 1510.

bulundular. Bu aletlerin en önemlisi, Provenceli Levi Ben Gerson'un (1288-1344) icat ettiği, gemicilerin 15. ve 16. yüzyıllardaki büyük keşif seferlerinde yararlandıkları bir tür ilkel sekstant[19] olan çapraz gönderdi. İngilizcedeki ilk ciddi bilimsel eserinin Geoffrey Chaucer'in (t. 1340-1400) **3.30** yakın zamanlarda keşfedilen *Equatorial Planetorie* adlı eseri olması ilginçtir. Geoffrey Chaucer kitabında, icat eden kendisi olmasa da, gezegenlerin konumunu öngörmekte kullanılan mekanik bir aygıtı tarif etmektedir. Chaucer'in oğlu küçük Lewis'e ithaf ettiği *Usturlap Üzerine İncelemeler* adlı yapıtı zaten uzun zamandır biliniyordu. Saksonyalı Albert'in (t. 1357 sonrası) okulu, Oresme ve en açık biçimde de Cusalı Nicholas, hiç değilse günübirlik olarak dönenin gökler alemi değil dünya olduğunu öne sürecek cesareti gösterdilerse de, bunu felsefi nedenlere dayanarak yaptılar. Onlar astronom değildiler; profesyonel astronomlar ise 17. yüzyılın sonlarına dek Batlamyus'un izinden gitmeye devam ettiler.

Ortaçağ biliminin sınırları

Ortaçağ Hıristiyanlığının bilime katkısı geçmişte haksızca göz ardı edilmiş olsa da, günümüzdeki tehlike bu katkının öneminin tüm bir bilim tarihini anlaşılmaz kılacak ölçüde abartılmasıdır. Ortaçağ biliminin canlı bir gelenek olarak yalnızca 12. ve 13. yüzyıllarda serpilip gelişmiş ve 15. yüzyılın başlarında Rönesans insanının Gotik barbarlığa karşı duyduğu hor görüyü haklı çıkaran ve açıklayan bulanık bir bilgiçliğe saplanıp kalmış olması anlamlıdır. **3.25** Bu gerçek, ele alınan konular ve kullanılan yöntemler bakımından onun İslam bilimiyle özdeş olması gerçeğiyle birlikte ele alındığında bizi Ortaçağ biliminin bir bütün olarak entelektüel bir hareketin başlangıcından çok sonu olduğu yargısına götürmektedir. O, Helenistik bilimin Bizans-Suriye-İslam uyarlamasının, feodal toplum koşullarına uyarlanmış son aşamasıydı. Eski klasik ekonominin çökmesinin bir sonucu olarak ortaya çıktı ve onun ardından gelen feodal ekonominin çöküşüyle beraber çürüdü ve yok olup gitti.

19 Sekstant: Denizlerde gemicilerin bulundukları yerin enlem ve boylamlarının belirlenmesi amacıyla, güneşle ufuk düzlemi arasındaki açısal mesafeyi ölçen optik seyir cihazı.

Böyle bir bilimden, var olduğu dönemde kendisinden istenenden fazlasını beklemek haksızlık olur. Başlıca özellikleri vahiyle belirlenen ve akılla, yani soyut mantıkla ve felsefeyle desteklenen evrenin ilahi düzeninin doğrulanması görevinin yerine getirilmesinde doğa bilimleri hem Müslümanlar hem de Hıristiyanlar açısından pek önemli olmayan bir rol oynuyordu. Ortaçağ bilginlerinin belki de en akıllısı ve bilimin gelişiminde en fazla etkisi olan düşünürü Robert Grossetesse, bilimin esas olarak teolojik gerçeklerin aydınlatılmasının bir aracı olduğunu düşünüyordu. Işık üzerine yaptığı çalışmaların ve merceklerle kırılma olayını deneylerle kanıtlamasının nedeni, ışığı ilahi aydınlatmanın bir benzeri olarak görmesiydi. ***3.16***

Ortaçağ'da başka türlü düşünen insanlar -ki bunların sayısı çok azdı- çoğunlukla sapkınlıkla suçlanıp cezalandırılırlar ya da en iyi olasılıkla görmezden gelinirlerdi. İşte bu noktada, Grossetesse'nin öğrencisi olan ve bilimin insanlığın hizmetinde olması gerektiğini öğütleyerek bilgi aracılığıyla doğanın fethedileceğini haber veren Roger Bacon'un o çağlardan günümüze ulaşan güvenilir sesi, Ortaçağ'dan bugüne anlayış bakımından ne kadar yol almış olduğumuzun kanıtıdır. Roger Bacon her ne kadar motorlu gemileri, otomobilleri, uçakları ve "insan ömrünü uzatacak şeylerin nasıl keşfedileceğini öğreten" simyasal bir bilimi öngörmüş olsa da, onun bilime duyduğu ilgi özünde teolojikti. Ona göre bilimsel bilgi, vahiyle beraber, üzerinde kafa yorulacak, yaşama geçirilecek ve Tanrı'ya hizmet etmekte kullanılacak yekpare bir hikmetin parçasıydı yalnızca.

En önde gelen ihtiyaç, insanın yeryüzündeki gerçek *amacı*na işaret ederek Hıristiyanlığın doğrularını haklı göstermekti. Hiçbir bilgi, kurtuluş (selamet) yolundan ve ayinleri ve örgütlenmesiyle birlikte bu kurtuluşu güvence altına alan Kilise'den daha önemli olamazdı. İnsanın bilmesi gereken her şeyi özünde içeren görkemli, tek bir dünya tablosu oluşturmak için tüm bilgi ve deneyimin bir düzene konulmasını öngören Ortaçağ düşüncesine böylesi bir anlayış yön vermekteydi. Bu ansiklopedik eğilim, Thomas Aquinas'ın kusursuz mantıksal şeması Summa'nın yanı sıra İngiliz Bartholomeus'un (1230-40'tan sonra) ve Beauvaisli Vincent'in (ö.t. 1260) yapıtları gibi daha genel bilgiler içeren eserlerle birlikte Ortaçağ'da doruğuna

ulaştı. 18. yüzyıl Fransız *Ansiklopedisi*'ne dek Vincent'in *Speculum Majus*'undan daha kapsamlı bir eser yazılmadı.

Ortaçağ'da dünya tablosu [anlayışı]

Çağdaş bilimin, büyük ölçüde Ortaçağ dünya görüşünü aşma çabasından doğması ve günümüzde de hâlâ bu mücadelenin pek çok izini taşıyor olması bile, tek başına burada Ortaçağ'ın dünya tablosu üzerinde bir parça durmamızı gerektirmektedir. Greko-Arap Ortaçağ sisteminin temel özelliği bütünlüklü oluşu ve hiyerarşisidir. Aristo'nun ve İskenderiyeli astronomların eter anlayışına dayalı kozmolojik şema katı, teolojik-fiziksel bir dünyaya, bir küreler alemine dönüştü: Ay ve güneş küreleri, gezegen küreleri; hepsinin üzerinde de ilerisinde cennetin bulunduğu sabit yıldızlardan oluşan büyük küre ve teolojik bakımdan zorunlu bir denge unsuru olarak, Dante'nin *Inferno*'sunda [Cehennem] tüm dehşetiyle tasvir edilen, cehennemin girdap ve çukurlarından oluşan bir yeraltı dünyası. Dünyanın konumu ve yeri de önceden takdir edilmişti. Bu, Aristo'nun değişmez, daimi dünya tablosu ile tek bir hamlede yaratılmış ve yine tek bir hamlede yok edilecek olan Yahudi-Hıristiyan tablosu arasında bir uzlaşmaydı. Her ne kadar kendine ait kuralları bulunuyorsa da, geçici bir dünyaydı bu; her insanın nihai kurtuluşunun ya da lanetinin bağlı olduğu ömrünü geçirdiği bir konaktı yalnızca.

Hiyerarşi

Toplumun hiyerarşisi, evrenin hiyerarşisine göre oluşturuldu; yeryüzünde papa, piskoposlar, başpiskoposlar, imparatorlar, krallar ve soylular olduğu gibi, gökyüzünün de dokuz melek kümesinden oluşan kendine özgü bir hiyerarşisi vardı: Serapim [altı kanatlı melekler], kerubin [çocuk başlı melekler], tronos [bir başka melek sınıfı]; egemenlik, erdem ve iktidar; prenslikler, baş melekler, melekler -tüm bunlar sahte Dionysius'un hayal ürünleriydi. Bunların her birinin evrenin işleyişinde belirli bir işlevi bulunuyordu; konumlarına göre bağlı bulundukları gezegenleri uygun bir devinim içinde tutuyorlardı. Konum bakımından en altta bulunan melekler ayküreye bağlıydı-

lar ve doğal olarak hemen altlarında bulunan insanların düzeniyle en çok onlar ilgileniyorlardı. Genel bir kozmik düzen, toplumsal düzen, insan bedenindeki iç düzen vardı; bunların hepsi, doğanın düzeni bozulduğunda geri dönme eğiliminde bulunduğu durumları temsil ediyorlardı. Her şeyin bir yeri vardı ve her şey kendi yerini bilirdi. Tüm unsurlar bir düzen içindeydi: En altta toprak, onun üzerinde su, suyun üzerinde hava ve en üstte en soylu unsur olan ateş. İnsan bedeninin soylu organları -kalp ve akciğerler- karın bölgesindeki daha değersiz organlardan diyafram yoluyla dikkatli bir biçimde ayrılmıştı. Hayvanlar ve bitkiler de bu genel düzen içinde kendilerine düşen rolü oynamaktaydılar; insanın gereksinmelerini karşılamakla kalmayıp, bundan daha da önemlisi ona ahlaki yönden örnek olmaktaydılar -karıncanın çalışkanlığı, aslanın cesareti, pelikanın fedakârlığı... Bu görkemli, karmaşık fakat düzenli kozmos [evren], aynı zamanda kusursuz derecede rasyoneldi. Antik çağların en mantıksal yargılarıyla Kutsal Kitap'ın ve kilise geleneğinin sorgulanamaz gerçeklerini birleştirdi. Okulların ayrıntılar üzerinde ayrı düştükleri oluyorsa da bu tablonun esas itibarıyla doğru olduğundan kimsenin kuşkusu yoktu. Görünüşe bakılırsa, temel sorun tümüyle çözülmüş durumdaydı. Aynı anda hem pratik hem teolojik yönden sağlam, hem de son derece akılcı bir evrene sahip olmak mümkündü.

6.6. ORTAÇAĞ EKONOMİSİNİN YENİ TEKNİKLER ARACILIĞIYLA DÖNÜŞMESİ

Bu verilerin ışığında, evrensel (kozmik) tablonun herhangi bir kısmına yapılacak herhangi bir eleştirinin, entelektüel bir düzeltme girişiminden çok tüm bir toplum düzenine, dine ve evrenin kendisine karşı bir saldırı olarak anlaşılacağını görmekte zorlanmayız. İşte bu yüzden, Kilise ile devletin tüm güçlerini seferber ederek bu saldırıya direnmeleri gerekiyordu. Ortaçağ'ın düşünce sistemi ister istemez tutucu olmak zorundaydı ve şayet kendi haline bırakılmış olsaydı bu özelliğini koruyarak bugüne gelecekti. Fakat kendi haline bırakılmadı. Ortaçağ'ın düşünce sistemi her ne kadar durağanlık eğiliminde ise de Ortaçağ ekonomisinin hareketsiz kalması olanaksızdı.

Feodal sistem, daha önce açıklamış olduğumuz gibi, dönüşümünün tohumlarını kendi içinde barındırıyordu. Büyüyen ticaret, gelişen ulaşım ve imalat teknikleri toplumu karşı konulamaz bir biçimde hizmete dayalı bir ekonominin yerine bir meta ve para ekonomisine doğru sürüklüyordu. Ortaçağ'ın durağan, rasyonel biliminin yerini alacak yeni, ilerici, deneysel bir bilimin yaratılmasındaki en belirleyici etken, bu ekonomik devrimin teknik yönüydü. Rönesans insanının karşısına eski bilginin çözmekte yetersiz kaldığı durum ve sorunları çıkaran oydu.

Dolayısıyla, entelektüel plandaki bu düzeltmeler daha sonraki bir dönemin ürünüydüler. Fakat asıl teknik değişiklikler Ortaçağ süresince gerçekleşti. Bu teknik değişiklikler Ortaçağ'ın, geleceğin bilimsel uygarlığına yapmış olduğu en dikkate değer katkı olarak göze çarpar. Görünürde böylesine düzenli ve statik bir toplumda söz konusu teknik değişiklikler, malikânelerde tutulan kayıtlarda ve dava dosyalarında belirgin bir biçimde görülmüşlerse de, Kilise tarihçilerinin dikkatini çekmediklerinden uzun süre fark edilmeden kaldılar. Duvar ustası Villard de Honnecourt'un, ***3.2*** çok sayıda mekanik aygıtın çizimini ve anlatımını içeren defteri (t. 1250) günümüze kadar ulaşan paha biçilmez bir belgedir. Ortaçağ bilginlerinin çok azı teknik sorunlardan söz etmiştir; bu sorunları anlamaya çalışanların sayısı ise daha da azdır. Roger Bacon'un Hacı Peter hakkında yazdığı methiye bu ilginin ne kadar istisnai olduğunu gözler önüne sermektedir: ***3.16***

> Deneyim yoluyla doğa bilimini, ilaçları, simyayı, gökyüzündeki ve yeryüzündeki her şeyi bilir; ruhban sınıfı dışındaki herhangi bir kimse, yaşlı bir kadın ya da bir köylü, toprak hakkında kendisinin bilmediği bir şeyi bilecek olursa bundan utanç duyar. Maden dökümcülüğü ile altın, gümüş ve diğer madenlerin işlenişini çok iyi bilmenin yanı sıra askerlik, silahlar ve avcılık hakkında da her şeyi bilir; tarımı, haritacılığı ve çiftçiliği incelemiştir; ayrıca kocakarıların büyülerini ve kehanetlerini, hokkabazların hile ve numaralarını araştırmıştır. Fakat kendini büyük deneysel çalışmalardan alıkoyacağı için onur nişanlarını ve ödülleri geri çevirir.

Böylesi bir ideal, günahlardan arınma veya terfi ile ilgisi olmayan konulara ilgi göstermeyen skolastik bilginlerin özlemlerine çok uzaktı. Tüm iyi şeylerin doğrudan Yunanistan'dan veya Roma'dan geldiğine inanan Rönesans hümanistleri, onları kasıtlı olarak bilmezden geldiler; barbar ve Gotik olarak damgaladıkları Ortaçağ'ın tüm başarılarına karşı isyan halindeydiler.

Ortaçağ mimarisi

Feodalizme karşı bir ölüm-kalım savaşı vermeyen bizlerin, o üç yüz yıl içinde teknik ilerleme bakımından kat edilen yolu kavrayabilmemiz için, Norman tarzının kasvetli kabalığından dikey çizgilerin iç açıcı yumuşaklığına doğru Gotik mimarinin gelişimine bakmamız yeterlidir. Mimarlık, gerçekten de Ortaçağ tekniğinin ve düşüncesinin en yüce ve en özgün ifadesiydi. Ancak bu, bilimsel olmaktan çok teknik bir başarıydı. Romalıların ya da Yunanlıların denemiş oldukları her şeyden daha cüretkâr olan tonoz ve payandaların olağanüstü konstrüksiyonu, uygulamada karşılaşılan güçlüklere getirilen bir dizi *ad hoc*[20] çözümün bir sonucuydu. Teori burada işin içine karışmış değildi; zaten karışmasına olanak da yoktu, zira kemer teorisi temel bilgiler dışında ancak çağımızda keşfedildi. Aynı nedenden ötürü, Ortaçağ mimarisi de gerek doğrudan gerekse dolaylı olarak bilimin gelişimine pek fazla katkıda bulunamadı. Pusula ve barut gibi yeni bilimin temellerini oluşturan ya da at koşumu ve kıç dümeni gibi üretkenlikte sağladıkları artışla bilimi dolaylı yoldan etkileyen birtakım yeni buluşlar ise bu anlamda mimariden farklıydı. ***1.13, 1.14; 2.29; 2.30***

Doğu'dan ve Çin'den gelen teknik yenilikler

Ortaçağ'ın teknik ilerlemeleri, dünyayı denetimleri altına almak ve böylece daha iyi anlayabilmek için Avrupalılara klasik mirasın verebileceğinden çok daha büyük bir güç sağlayan icat ve keşiflerin kendi çıkarları doğrultusunda kullanılması ve geliştirilmesi sayesinde mümkün oldu. Büyük buluşların –at hamutu, saat, pusula, kıç

20 Ad hoc (Latinceden): Belli bir amaç için yapılmış, düzenlenmiş olan

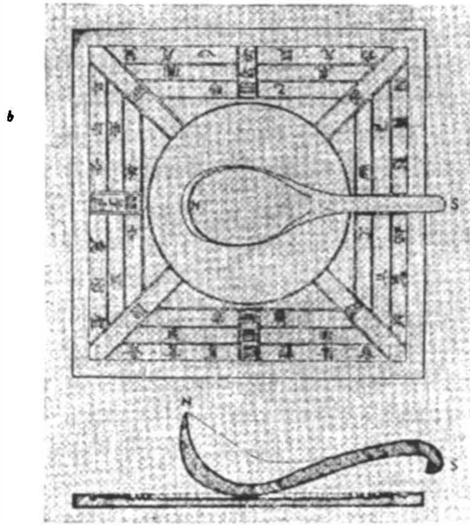
dümeni, barut, kâğıt ve matbaa- hiçbirinin feodal Avrupa'da ortaya çıkmamış olması anlamlıdır. Alkol ve saat dışındaki tüm icatlar Doğu'dan, özellikle de Çin'den gelmiştir.

Çin biliminin tarihi hakkında bildiklerimiz arttıkça (bu anlamda Dr. Joseph Needham'ın Çin tekniği ile biliminin kökenleri ve tarihi üzerine yaptığı kapsamlı incelemeye çok şey borçlu olduğumuzu belirtmek gerekir) 3.27, Çin'deki teknik ilerlemelerin tüm dünya açısından muazzam önem taşıdığını çok daha iyi kavrıyoruz. Şimdiden elimizde, Hıristiyan Batı uygarlığının üstünlüğü anlayışı temelinde dünyanın geri kalanının küstahça yok sayılması gerçeğinin yattığını gösteren yeterince kanıt bulunmaktadır. Nasıl aktarıldıklarını açıklamak güç olsa da, Batı Avrupa'da ancak 10. yüzyılda veya daha da sonra ortaya çıkan birçok icadın, söz konusu çağın ilk yüzyıllarında Çin'de tüm ayrıntılarıyla ortaya konmuş olduğu bir gerçektir.

Burada açıklanması gereken nokta, Çin'de ve daha az bir ölçekte olmakla birlikte Hindistan'da ve İslam ülkelerinde gerçekleşen bu teknik ilerlemenin, umut verici bir başlangıcının ardından neden 15. yüzyıldan önce tamamen durduğu ve teknik düzey bakımından yüksek fakat durağan Doğu uygarlıklarının oluşumuyla sonuçlandığıdır. Dr. Needham'ın öne sürdüğü ve Çin için de geçerli olan gerekçe, tekniğin gelişmesinde hiçbir çıkarı bulunmayan ve yeni pazarlar açarak teknik ilerlemeye itki sağlayabilecek tek güç olan tüccarları baskı altında tutmak isteyen eğitimli bir bürokrasinin -Mandarinlerin- yükselişidir.

Avrupa'da yaşanacak olan da tam olarak buydu. Yeni icatlar, ne ölçüde kullanıldıklarına bağlı olarak, artan verimlilik ve ticaret nedeniyle feodal örgütlenmeyi giderek çökerten teknik bir devrime yol açtılar. Köylerde daha iyi araçlar vasıtasıyla tarımsal üretimin gelişmesi, değiş-tokuş edilebilecek daha fazla artı-ürün demekti. Daha iyi taşıtlarla büyük miktarlarda malın nakliyesinin yapılabilmesi, belirli bir ürün için daha elverişli olan toprakta her türlü ürünün yetiştirilmesi zorunluluğunu ortadan kaldırarak dolaylı bir biçimde verimliliği artırdı. Örneğin 13. yüzyılda Bordeaux ile çevresini içine alan bölge bütünüyle şarap üretmek üzere bağcılığa yöneldi. Günümüzün büyük ağırlık birimi tondan da anlaşılacağı gibi, ilk büyük amba-





Şekil 7: Erken Çin'de Teknik ve Bilim

a. Wu Liang'ın, MÖ. 147, mezarından ovalamayla elde edilen, geliştirilmiş at koşum takımı ve şaftı.

b. Pusulanın ilk biçimlerinden birinin Wang Chen-To tarafından yeniden üretimi. Dengelenmiş kaşık manyetize edilmiş. Tahta, Han dönemi, MÖ 100, kahinlerinin tahtasıdır.

lajsız mal şaraptı (ton sözcüğü şarap fıçısı anlamına gelen tun[21]'dan gelmektedir). Ticaret de tüccarların ve dolayısıyla kentlerin önemini artırdı. Köylerde ve kentlerde el sanatlarına [zanaatçılığa] dayalı sanayi gelişmeye başladı.

Ortaçağ ekonomisinin gelecek açısından en önemli özelliği, kentlerin köylere egemen olmayışıdır. Feodal sistem bu bağımsızlığını devam ettirdi. Kölelerin yokluğu, klasik model temelinde fabrikaların yükselişini önledi. Yeni icatlardan doğan sanayi yüzlerce köye yayıldı. Değirmenler, yalnızca tahılın öğütülmesinde değil yıkamadan işlemeye kadar başka pek çok endüstriyel işlemde de temel güç kaynağı haline gelince, bu yayılma büsbütün hızlandı. Madencilik ve maden arıtma, ister istemez dağınık kır sanayileri olmak durumundaydılar. Bu kırsal yerleşim, yukarıda değindiğimiz kronik işgücü kıtlığını artırdı ve mekanik yaratıcılığı özendirdi. Ayrıca, köylere gidilmesi, kent loncalarının işlerini kaybetme korkusuyla yeni işlemlere getirdikleri sınırlamaları da ortadan kaldırdı.

Yeni at koşumu

Saydığımız buluşlar içinden ilk ikisi, at hamutu ve değirmen, gücün iletilmesindeki en etkili araçlardı. İlkinin etkisi daha çabuk görüldü; atın göğsünden geçirilen ve nefes borusunu sıkan kayış yerine sırtına konan hamut sayesinde atın çekiş gücü beş kat arttı. **2.29** 7. yüzyıl Çin'inden gelen bu yenilik Avrupa'ya 11. yüzyılın başlarında ulaşabildi. Bunun ilk sonuçları sabanda öküzün yerini atların alabilmesi ve öküzün çektiği sabanla sürülmeye uygun olmayan dönümlerce toprağın tarıma açılması oldu. Aynı zamanda, kağnının yerini de at arabası aldı. At nalının kullanıma sokulmasıyla yola koşulabilen atlardan yük taşımacılığında yararlanılmaya başlandı. Yeni at koşumunun faydaları önce Frenklerin ve Normanların ülkesinde görüldü. Verimli toprağı ve elverişli iklimi sayesinde zaten ayrıcalıklı bir konumu olan Kuzey Denizi ile Manş Denizi çevresindeki bölge, büyük bir üretim merkezi haline geldi. Tahıl, balık, hayvan derisi, işlenmemiş yün ve kumaş üretiminde elde edilen artı-ürün -yeni

21 Tun: 252 galonluk, yani 950 litrelik şarap fıçısı

ticaretin yükte ağır metaları– artık Champagne gibi büyük fuarlarda Doğu'nun ve Güney'in işlenmiş fakat daha hafif ürünleri ile değiştirilebilecekti.

Su ve yel değirmenleri

Su ve yel değirmenleri, daha önce göstermiş olduğumuz gibi, aslında klasik döneme özgü buluşlardır. Yine de değirmen Ortaçağ'a ait bir araç olarak kabul edilebilir. Çünkü yaygın olarak kullanılmaya bu çağda başladı. Roma döneminde çok az değirmen vardı; değirmen ne kentin ne de köyün belirgin unsurları arasındaydı. İş yaptırmak için her zaman yeterince köle bulunabiliyordu. Buna karşın değirmen en başından beri feodal ekonominin gerekli (tamamlayıcı-olmazsa olmaz) bir unsuru olmuştur. Hemen her malikânede (Kraliyet Kadastro Defterleri'nde[22] 550 malikâne görülmektedir) bir değirmen ile bir değirmenci bulunmaktaydı. Lord, serflerinden tüm tahıllarını bu değirmende öğütmelerini isteme hakkını sonuna kadar kullanıyordu.

Değirmenler tahıl öğütmekle de sınırlı kalmadılar; gücün [enerjinin] daha genel bir tarzda kullanılmasının yolunu açtılar. İşin getirilebildiği (zira değirmen yapısı gereği taşınmazdı), aralıksız yinelenen sürekli bir kuvvete gerek duyulduğu durumlarda değirmen mekanizması buna göre ayarlanabiliyordu. Dairesel hareketi düz harekete dönüştürmek için, Çin'den getirildikleri anlaşılan çekiç ve krank kullanılıyordu. **3.4** Krank çok önemli bir aletti, çünkü çekiçten farklı olarak düz hareketi dairesel harekete de çevirebiliyordu. Yel değirmenleri Avrupa'ya 1150 yılında ve büyük ihtimalle İran'dan geldiler. Değirmenler kumaş yıkamada, körüklemede, demir dövmede ve odun kesmede kullanıldı; ne var ki eğirme, dokuma ve harman dövme gibi aynı miktarda güç gerektiren ama daha dağınık işlerde kullanılmak için Sanayi Devrimi'ni beklemek zorundaydı. Avrupa'da değirmenlerin böylesine çeşitli amaçlar için kullanılması ve hızla gelişmesi, işgücü yetersizliğinin ve bununla teknik gelişme arasındaki ilişkinin bir göstergesidir.

22 Kraliyet Kadastro Defteri (Domesday Book): 1086 yılında İngiltere Kralı William'ın emriyle hazırlanan ve İngiltere'deki bütün arazileri, bunların büyüklüklerini, değerlerini, sahiplerini vs. gösteren tapu kayıt defteri. (ç.n.)

Yel ve su değirmenlerinin yapımı ile bakım ve onarımı, köy demircilerinin çoğunun altından kalkamayacağı bir işti. Bu nedenle, ülkeyi dolaşarak değirmen yapan ve onaran *değirmen ustalarının* oluşturduğu yeni bir meslek dalı doğdu. Bunlar, modern anlamda ilk teknisyenlerdi. Dişli yapımından ve dişlilerin nasıl çalıştığından anlıyor, bentleri ve savakları nasıl yöneteceklerini biliyorlardı; dolayısıyla hem makine hem de hidrolik mühendisi konumundaydılar. Yeni felsefenin görüşlerini onlardan başkası hayata geçiremezdi; bu zanaatkârlar yaratıcılıkları ile Rönesans'a ve daha çok da onu izleyen Sanayi Devrimi'ne esin kaynağı oldular.

Saat

İlk gerçek Avrupa icadı olan *saat*in yolunu açan da yine değirmen ustalarının emeğiydi. Saat [clock] başlangıçta isminden de anlaşılacağı gibi, önce çalışma saatlerini, daha sonra tüm saat başlarını haber vermek için kullanılan çandı (cloche)[23]. Bu çan, kum saati kullanan bir gözetmen [watchman] tarafından çalınırdı. 11. yüzyılda çanın tokmağının ileri-geri hareket etmesini sağlayan dahiyane bir mekanizma geliştirildi. Gözetmenin tek yapması gereken *saat düzeneği* (değirmen düzeneğinin daha hafifi) aracılığıyla doğru zamanlarda çana vuran bir ağırlığı serbest bırakmaktı. Bir değirmen ustası ya da keşiş, aynı mekanizmanın tekrar tekrar çalıştırılarak saati kendi kendine bildirebileceğini akıl etmiş, böylece mekanik bir kol saati [watch] yaparak gözetmeni devreden çıkarmış olsa gerek[24]. Kendi kendine ayarlanan ve kendi kendine işleyen modern otomatik düzeneğin ilk örneği olan mekanik saat -kol saati dahil- böylece doğmuş oldu.

Saatin ortaya çıkışı kuşkusuz çok eskilere dayanmaktadır. Araplar, Yunan su-saatlerini büyük ölçüde geliştirmişler ve onları temel alarak pek çok karmaşık ve otomatik aygıt yapmışlardı. Fakat mantar ve iplerle çalıştırılan bu saatler, dişli çarklar düzeneğinin gücünden ve

23 Cloche: Çan anlamına gelir. Yazar, İngilizcede "duvar saati" demek olan "clock" sözcüğünün kökenine işaret ediyor. (ç.n.)

24 İngilizcede "izlemek, gözetlemek" anlamına gelen "watch" sözcüğü aynı zamanda "kol saati" demektir. Aynı kökten türeyen "watchman" ise "bekçi, gözetmen" anlamına gelir.

dakikliğinden yoksundu. Avrupa'nın, mekanik saatin icadıyla birlikte, bunun temelini oluşturan birikimi büyük ölçüde kendisinden aldığı Doğu'ya karşı ustalık bakımından başlangıçta küçük olsa da sonunda belirleyici bir üstünlük elde ettiğini düşünmek baştan çıkarıcı olabilir. Saat, yararlı olmaktan çok prestij kazandıran bir aksesuardı. Kentlerin ve katedrallerin gurur kaynağıydı. Fakat Rönesans sırasında, değirmen ustalığı sanayi için ne ise ender saatçilik mesleği de bilim açısından öyle olacak, verimli bir beceri ve ustalık kaynağı haline gelecektir.

Denizci pusulası

Dünyanın manyetik gücünün doğal bir mıknatıs, yani mıknatıs taşı üzerinde gözlemlenmesi en önemli ve aynı zamanda en güç bilimsel buluşlardan biri olsa gerek. Bir mil üzerine oturtulmuş mıknatıs taşının yön gösterme özelliğinin, başka bir yerde böylesi bir alet kullanıldığına tanık oluşumuzdan yüzyıllar önce Çinliler tarafından bilinmekte olduğu su götürmez bir gerçektir.

Dr. Needham'a göre söz konusu buluş, jeomantik kehanetinin -cisimleri tahta bir yüzeyin üzerine atarak konumlarına göre geleceği tahmin etme- bir yan ürünüdür. **3.27** Buna benzer falcılıklar günümüzde de sürdürülmektedir. Yeri gelmişken söyleyelim; zar, iskambil ve satranç gibi pek çok masa oyunu da buradan türemiştir. Nesnelerden biri, kaşık biçiminde temsil edilen kuzeyin simgesi Büyük Ayı idi. Beş kutsal taştan biri olan mıknatıs taşından yapılan bu kaşıklar daima aynı yönü gösteriyorlardı. 6. yüzyıldan önce bu özelliğin mıknatısa sürtülen demir parçacıklarına da geçtiği ve hatta kuzey ya da güneye çevrildiklerinde o durumda kaldıkları keşfedildi. Böyle bir demir parçasının içindeki tahta üzerine oturtulduğu su pusulası 11. yüzyılda eksiksiz olarak tanımlanmışsa da, muhtemelen çok daha önceden bilinmekteydi. Geleneksel Çin pusulası budur; onun kehanet tablolarıyla ilişkisi çerçevesi üzerindeki simgelerden anlaşılmaktadır. (Şekil 6) Batı'ya nasıl geldiği ise hâlâ bir muammadır. 12. yüzyıla ait bir sagada (Viking Destanı) çok daha önceden bilinmekte olduğundan söz edilmektedir. İbre ve kadran ise 13. yüzyıl İtalyan icatlarından olsa gerek. ***3.6***

Pusulanın, ilk keşfinden sonraki çağın gelişimi, geleneksel ve teknik ilerlemenin bütün izlerini üzerinde taşımaktadır; fakat işleyişini açıklamak için en başından beri bilimin yardımına başvurulmuştur. Batı Hıristiyanlığının ilk orijinal bilimsel eseri, çağdaşı Roger Bacon tarafından dönemin en büyük, en pratik bilim adamı olarak nitelenen Hacı Peter'in (de Mericourt) *Epistola de Magnete*'siydi (1269). Bu eserde özgün düşüncenin gücü ve bir dizi deneyi tasarlayıp yapabilme yeteneği göze çarpar. Norma ve Dilbert'in -uzun bir zaman sonra- bütün bir manyetizm ve elektrik teorisi ile pratiğinin doğmasını sağlayacak olan araştırma ve incelemeleri, bu eser temel alınarak yapıldı. Bunun yanı sıra, mıknatısın pusula üzerindeki etkisi de önceleri tamamen büyü ile açıklanan etki ve endüksiyon öğretilerine bilimsel bir temel kazandırdı. Daha da önemlisi, bilime bütünüyle nüfuz eden ve ileride Newton'un büyük sentezine yol gösterecek (yıldız) olan geçerli bir çekim doktrini sağladı.

Kıç dümeni

Kıç dümeni de, belli ki Çin'den gelmişti. Çin cönkleri (bir tür yelkenli gemi), diğer gemilerden tümüyle farklıdır; gemiler, basit oyma kanoların kenarlarının bir ana omurga çevresinde yükseltilmesiyle geliştirilmiş, cönkler ise bambu kamışlarından yapılan salların pruva ve kıçlarının yükseltilmesiyle elde edilmiştir. **3.27** Cönklerde omurga yoktur ve dümenin doğal olarak bulunması gereken yer kıçın ortasıdır. Avrupa'da, omurganın kıç tarafındaki eski eğimli biçimi, ana dümenin buraya yerleştirilmesini güçleştiriyordu. Bu yüzden sancak tarafına sabitlenmiş bulunan bir dümen küreği kullanılırdı. Fakat 13. yüzyılda gemilerin kıçları dikey hale getirilip buraya bir dümen yerleştirilince, Viking modeline dayalı geniş omurgalı Avrupa gemileri açık deniz seferlerine daha uygun hale geldiler. Artık yelkenlerin, rüzgâra daha fazla açıldığı bir rota izlenebilecekti. Bu durum, üç köşeli eski Latin yelkeninden yola çıkılarak baş ve kıç yelkenlerinin yapılmasına yol açtı. Artık kıç tarafından rüzgâr esmesini beklemek gerekmiyor ve daha sert havalarda da sefere çıkılabiliyordu.

Denizcilikte gerçekleştirilen bu iki icadın -pusula ile kıç dümeni- denizlerde, at koşumunun karada yaptığına benzer, onun kadar

önemli etkileri oldu. Bunların kullanılmaya başlanmasıyla açık deniz seferleri mümkün oldu ve bu yolculuklar eski zamanın kıyı boyu yapılan yolculuklarının yerini aldı. Okyanuslar ilk kez yarılarak hızlı ve muazzam ekonomik ve siyasal sonuçlar doğuran büyük çaplı sömürünün, savaşların ve ticaretin yolu açıldı.

Denizcilik

Denizciliğin gelişmesi son derece önemli bilimsel sonuçlar doğurdu. Açık deniz seferleri Akdeniz'de dahi astronomik gözlemler ve haritalar gerektiriyordu; bu nedenle, kesin tahminlerde bulunabilen bir astronomi ile nicel coğrafyanın ve gemilerde kullanılacak uygun araçların gelişimine doğrudan itici bir güç kazandırdı. Okyanus denizciliği, 17. yüzyılın tüm büyük astronomlarının çözme girişiminde bulundukları boylamların belirlenmesi sorununu daha da önemli kıldı. Pusulaya ve diğer denizcilik aletlerine duyulan gereksinim yeni, nitelikli bir sanayinin -teknik araç-gereç yapımı- doğmasına yol açtı. Bu işkolunun ileride, özellikle standartlarının çok daha kesin sonuçlar verecek bir düzeye çıkarılmasıyla bilim üzerinde büyük etkisi oldu. Newton da dâhil olmak üzere pek çok bilim insanı aynı zamanda [teknik-bilimsel] alet yapımcısıydı. Bir alet yapımcısı olan Watt, sanayi ve bilim alanında devrimci bir etkide bulunacaktı.

Barut ve top

Ortaçağ'da Batı'ya tanıtılan tüm icatların içinde en yıkıcısı olan barutun siyasal, ekonomik ve bilimsel etkisi hepsinden büyük oldu. İlk olarak Araplar ya da Bizanslılar tarafından bulunduğu iddia edilse de kanıtlar bu icadın kökeninin de Çin'e dayandığını göstermektedir. Barutun sırrı, kolayca tutuşabilen maddelerin içine bunların havasız yanmalarını sağlayan bir miktar nitratın [güherçilenin] eklenmesidir. Güherçile doğal halde bazı tuzlarda ve aşırı gübreli topraklarda bulunur. İlk kez gösteri fişeklerinin bileşiminde tesadüfen kullanılmış veya belki de soda (doğal sodyum karbonat) yerine odun kömürüyle birlikte eritken olarak kullanıldığında parlak bir aleve ve hafif bir patlamaya yol açtığı fark edilmiş olabilir.

Barut Çin'de birkaç yüzyıl boyunca yalnızca gösteri ve işaret fişeği yapımında kullanılmıştır.

Barutun askeri önemi, belki Bizanslıların ateş-tüpünden ya da daha büyük bir olasılıkla Çinlilerin bambu fişeklerinden yaptıkları toplarda kullanılmasıyla başladı. Top namlusu [barrel][25] ilk olarak isminden de anlaşılacağı gibi demir şenderelerin[26] kasnaklanmasıyla yapıldı. Topun ve hemen ardından ortaya çıkan tabancaların savaşta etkili olmasının nedeni menzil ve güç bakımından eski mancınıklardan üstün olmaları değil, hantal ve pahalı olmakla birlikte yine de onlardan çok daha ucuz ve kolay taşınabilir olmalarıydı. Savaşlarda ve kuşatmalarda top kullanılması, savaş alanında ancak 3 bin yıl önce Demir Devri'nin başlangıcında yaşanan devrimle kıyaslanabilecek bir teknik devrim başlattı.

Toplarda ve tüfeklerde kullanılan barut, ona sahip olmayan düşmanlar karşısında yenilgiyi âdeta imkânsız kıldı ve böylece "uygar" insana çok daha kalabalık olan "yerliler" karşısında belirgin bir üstünlük sağladı. Barut, ayrıca uygar insanlar arasında bile güçler dengesini alabildiğine değiştirdi. Top bir kez ortaya çıktıktan sonra, zaferin ön koşulu haline geldi ve ekonomi, savaşın bu yeni masrafını karşılamaya yöneldi. Yalnızca, tüccarların desteklediği zengin cumhuriyetler ve krallıklar top yapımı için gereken maden kaynaklarına ve bu madenleri topa dönüştürecek teknik beceriye sahip olabildi. Bu durum, toprağa bağımlı aristokrasinin bağımsızlığını, tıpkı top gülleleri altında yerle bir olan şatoları gibi yok etti. Barutun zaferi ulusal devletin zaferinin ve feodal düzenin sonunun başlangıcı oldu.

Barut denizlerde de en az karadaki kadar etkili oldu. Yeni astronominin ve pusulanın yönettiği gemilere yerleştirilmiş donanma toplarında kullanılan barut, Batı Avrupalıları o zamandan günümüze [1953] dek deniz yolları üzerinde egemen kıldı. Avrupalıların, kültürel ve askeri bakımdan aslında kendilerinden hiç de aşağı olmayan diğer uygarlıklara kendi kültürel damgalarını vurmalarını sağladı. Çok daha kısa zamanda, dünyanın erişilebilir tüm zenginliğini ken-

25 Barrel: "Fıçı" demektir. Aynı zamanda top namlusu anlamında da kullanılır. (ç n)

26 Şendere. Fıçı kaburgası; yan yana dizilerek bir fıçının govdesini oluşturan (genellikle ince tahtadan yapılan) parçaların her biri (ç n)

di ellerinde toplamalarını ve böylece Sanayi Devrimi'ni finanse eden sermaye birikimine sahip olmalarını sağladı.

Barutun bilimsel (kimyasal ve fiziksel) sonuçları

Bununla birlikte, Makine Çağı'nın başlamasındaki en büyük etken, barutun savaştan çok bilim alanında oluşturduğu etkiydi. Barut ve top Ortaçağ dünyasını yalnızca ekonomik ve siyasal bakımdan sarsmakla kalmayıp, çağın düşünce sistemlerinin yerle bir edilmesinde başlıca etken oldular. Mayow'un dediği gibi: "Güherçile felsefede, en az savaşta olduğu kadar gürültü çıkardı." Her şeyden önce bunlar dünya açısından yeniydi –Yunancada bunları karşılayan sözcükler yoktu. İkincisi; barutun hazırlanması, patlaması, güllenin topun ağzından çıkması ve uçması gibi problemlerin çözümü, yeni türde nedenlerin araştırılmasına ve yeni bilimlerin doğmasına yol açtı. (Şekil 10)

Barut ilk olarak nerede, kim tarafından bulunmuş olursa olsun, ana malzemesi olan güherçile ancak muhtemelen simya ile ilişkili olarak, tuzların ayrıştırılması ve arıtılması üzerine özenli bir çalışma sonucu elde edilebilirdi. Güherçile yapımının gerek duyulduğu her yerde, tüm dikkatler çözülme ve kristalleşme olayına yoğunlaştı. Ayrıca, barutun patlamasının açıklanması Ortaçağ kimyasını ve fiziğini alabildiğine zorladı. Belli ki bu, ateşin bir etkimesi idi; ne var ki yeryüzündeki tüm diğer ateşlerin tersine havaya gereksinim duymuyordu. Bu durum, havayı sağlayanın güherçile olduğu ya da tersine, havanın güherçile veya hiç değilse nitratlı bir ruh (anima) içerdiği gibi kurgulara yol açtı. Böylece, yanma ve soluma olaylarını açıklamak üzere daha sonra yapılan tüm girişimlerde, havanın bu ruhsal yanının işin içine karıştırılması âdet haline geldi. Nihayet, dört asır süren tartışma ve deneylerden sonra, oksijenin keşfine ve onunla birlikte modern kimyanın doğuşuna ulaşıldı.

Patlama kuvvetinin kendisi ve güllenin top namlusundan fırlayışı doğal güçlerden, özellikle de ateşten pratik alanlarda yararlanılması olanağının güçlü bir belirtisi ve buharlı makinenin esin kaynağı oldu. İlerleyen sayfalarda, topun oyulması için geliştirilen makinelerin ilk buharlı makinelere yararlılıklarını kanıtlama fırsatı tanıyan düzgün silindirlerin yapımında nasıl kullanıldığını göreceğiz.

Top güllesinin havadaki hareketi –balistik– dinamik üzerine araştırmalara esin kaynağı oldu. Klasik [dönemin] bilim insanları, hareketsiz cisimleri veya birbirleri üzerinde görece düzenli kuvvetlere etki eden cisimleri incelemişlerdi. Yeni dünya, şiddetli bir biçimde hareket eden cisimler sorununu ele alacak ve bu temel üzerinde yeni ve çok daha kapsamlı bir mekanik bilimi kurulacaktı. İtki [impetus] teorisi toptan çok daha önce ortaya atılmış olsa da fırlatılan güllenin hareketine duyulan ilgi, dikkatlerin yeniden bu teori üzerinde yoğunlaşmasına yol açtı. Yeni mekanik bilimi, yaşamsal önem taşıyan bir noktada klasik mekanikten ayrılıyordu: O, mekanik matematiğe dayanıyor ve dolayısıyla yine matematik üretiyordu; niceldi ve sayısaldı.

Damıtma ve alkol

Arapların damıtma işlemini geliştirmeleri sırasında [alkol elde etmek için] gerekli adımların pek çoğu atılmışsa da, damıtma yoluyla elde edilen ilk alkollü içkiler 12. yüzyılda Avrupa'da hazırlandı. Son belirleyici adım, muhtemelen tıp okuluyla tanınan Salerno'da atıldı. Bu okul 9. yüzyılda kurulmuş ve Arap bilimini en iyi haliyle; Yunan, Arap ve Norman kültürlerinin bir pota içinde eritilip kaynaştırıldığı Sicilya'dan alıp özümsemişti. Güzel koku (esans) ve yağların damıtılması önceden bilindiğinden, alkol bir ilacın hazırlanması sırasında tesadüfen bulunmuş olsa gerek. Alkolün elde edilmesinin püf noktası, imbiğin hem alkolü hem de suyu yoğunlaştırabilecek ölçüde soğutulmasıydı. 3.47 Böylece elde edilen ilk damıtık sıvı, nadide bir ilaç olarak kullanıldı ve ferahlatıcı özellikleri fark edildi. Söz konusu sıvı çok geçmeden yanacak kadar kuvvetli bir hale getirildi ve böylece prestiji yükseldi. 14. yüzyılda Raymond Lull'un şarabı sönmemiş kireçle damıttığı ve neredeyse saf alkolü elde ettiği söylenir. Alkolün ismi yanıltıcıdır. Kökeni Arapça olan bu sözcük, önceleri göz sürmesini [rastık], sonraları da genel anlamda pudrayı belirtmekte kullanılmıştır. Alkole –ateş suyu, usquebaugh[27], viski[28], yanan şarap, konyak[29]– duyulan bü-

27 Usquebaugh. Keltçe kökenli bu sözcük, yaşam suyu anlamına geliyor. (ç.n.)

28 Viski: Usquebaugh sözcüğünden türetilen whiskybae'den geliyor. (ç.n.)

29 Konyak. İngilizcesi "brandy" olan sözcüğün kökeni, "damıtılmış yanan şarap" anlamına gelen Felemenkçe "brandewijn"dir. (ç.n.)

yük talep ancak 14. yüzyılda kara-ölüm (veba) salgınıyla ortaya çıktı. Bu sıvıyı düzenli olarak içenlerin asla ölmeyeceklerine inanıldı; *aquae vitae* [hayat suyu] sözü buradan gelmektedir. Kullanımını yasaklayan pek çok yasanın yürürlüğe konmuş olmasından da anlaşılacağı gibi, alkol bir süre sonra hekimlerin denetiminden çıktı ve büyük miktarlarda üretilmeye başlandı; damıtım evlerinin kurulmasıyla birlikte ilk bilimsel endüstri olan modern kimya sanayisinin doğmasına yol açtı.

Alkolün elde edilmesi çeşitli toplumsal ve bilimsel sonuçlar doğurdu. Bunlar içinde en belirgini, içilince yarattığı etkilerin ve bağımlılık oluşturmasının Avrupa'da toplumsal açıdan pek önemli sonuçlar doğurmasa da pagan barbarları uygarlaştırma misyonlarında baruttan sonra ikinci sırada geliyor olmasıydı (Hollandalılar 1626 yılında Manhattan adasını Kızılderililerden üç fıçı şarap karşılığında aldılar. Manhattan ismi, "sarhoş olduğumuz yer" anlamına gelir). Bilim açısından iki yöntem -kimyasal ve fiziksel- önem taşımaktaydı. Alkolün elde edilmesi aynı yöntemin başka maddelere uygulanmasını teşvik etti. Artık sanayinin çok daha etkili su-soğutmalı kondansatörler üretiyor oluşu, eter gibi diğer uçucu maddelerin de yoğunlaştırılabilmesi anlamına geliyordu. İmbik ve kondansatör, başlıca laboratuvar araçları haline geldiler; bu da organik kimyayı mümkün kıldı.

Damıtmanın fiziksel işlemlerini, özellikle de ateşten kondansatör suyuna tuhaf ısı iletimini kavrayabilmek son derece güçtü. İleride göreceğimiz gibi, termodinamiğin başlangıcı olan sınır ısısı [bir katıyı sıvı ya da bir sıvıyı gaz haline getirmek için gerekli ek ısı] doktrini, 18. yüzyılda Black tarafından ortaya atılacaktı. Black'in alet-yapım ustası Watt, bu doktrinden yararlanarak tek başına kullanılabilen [müstakil] kondansatörü ve ilk termik randımanlı motoru üretti.

Mercek ve gözlük

Merceklerin yukarıda bahsedilen keşfi, 1350 yılında İtalya'da gözlüğün icadına yol açtı. Gözlük kullanımı, optik çalışmalarına itici bir güç kazandırdı. Grossetesse, Roger Bacon ve Freiburglu Dietrich merceklerin hem ışık-ışınlarını odaklama hem de büyütme işlevini açıklayarak bilime katkıda bulundular. Belki de çok daha önemli olanı, gözlük talebinin mercek ve gözlük üretimi mesleklerinin doğ-

masına yol açmasıdır. Teleskobun icadını (1608), bu mesleğin ustalarından Lippershey'e borçluyuz. Göründüğü kadarıyla, görüntülerin büyütülmesi üzerine her türlü teorik varsayımdan daha verimli olan merceklerin tesadüfi bileşimi, en azından o aşamada yalnızca bir gözlükçü dükkânında mümkün olabilirdi.

Kâğıt

Doğu'dan gelen ve anayurtlarına oranla Batı'da çok daha büyük etkisi olan son iki teknik buluş, birbirine bağlı olan kâğıt ile matbaaydı. Okuryazarlığın yaygınlaşmasıyla birlikte, çok pahalı olan parşömen yerine daha ucuz bir yazı malzemesi giderek zorunlu bir gereksinim haline geldi. Bitki liflerinden kâğıt elde edilmesi işlemi ilk olarak Çin'de geliştirilmişti. Orada, daha MÖ. 1. yüzyılda kâğıt ucuz bir yazı malzemesi olarak kullanılmaktaydı. Avrupa'ya 12. yüzyılda Araplar aracılığıyla getirildi; burada, keten bezi kullanılarak bugüne dek daha iyisi yapılamayan birinci kalite kâğıtlar üretildi. Kâğıt öylesine kullanışlı bir hale geldi ki, giderek daha da yaygınlaşması yazıcı ihtiyacının karşılanamamasına neden oldu ve böylece matbaanın sağladığı yeni kopyalama yönteminin başarıya ulaşmasını sağladı.

Matbaa

Matbaa tekniği, icat edilmesi veya uygulanması çok güç bir teknik değildir. Aslında mühürlerde, kabartma baskılarda ve damgalarda çok eskilerden beri kullanılagelmiştir. Avrupa'da hızla yayılmış olması, teknik bir aygıtın kullanılması ve daha da geliştirilmesi için o aygıta duyulan toplumsal ve örgütsel ihtiyacın gerekliliğini gösteren bir örnektir. Fakat bir tekniğin ortaya çıkmasına neden olan ihtiyacın, sonunda bu tekniğin karşıladığı temel ihtiyaç olması gerekmez.

Ortaçağ'ın sonlarında bile, büyük miktarda kâğıt kitaplara ihtiyaç olduğunu fark eden çok az insan bulunuyordu. Aslında matbaa, muhtemelen, öncelikle edebi amaçlar doğrultusunda geliştirilmiş değildi. Matbaanın değeri, ancak bir kitabın çok sayıda ucuz nüshasına ihtiyaç duyulduğu an ortaya çıktı. Dolayısıyla matbaanın ilkin Doğuda belirgin bir manevi üstünlük sağlayan Taocu ve Budist duaların çok sayıda basılması ihtiyacından doğması ve sonra yine

büyük miktarda kâğıt para basımı için kullanılmış olması şaşırtıcı değildir. Batı'da ise tuhaf bir biçimde, başlangıçta ilahi bir büyü türü olan iskambil kâğıtlarının çok miktarda basılması ihtiyacı, matbaanın doğuşunu sağlayan ilk etken oldu. Papalık endülüjansları[30], dualar ve kutsal tasvirler de ardından geldi.

Ucuz kitaplar, din ve yeni eğitim

Hareketli tahta hurufatla yapılan baskı, aslında 11. yüzyıla ait bir Çin icadıdır. Hareketli metal hurufat ilk olarak 14. yüzyılda Koreliler tarafından kullanıldı; 15. yüzyılın ortalarında Avrupa'ya getirildi ve olağanüstü bir hızla yayılarak önce dua, ardından da kitap basmakta kullanıldı. Yeni ve ucuz kitaplar okuryazarlığı yaygınlaştırdı ve böylece daha fazla kitap talebini doğurdu. Bu ikisi birbirini tetikleyerek bir tür patlayıcı ya da zincirleme tepkime oluşturdular. Matbaacılar doğal olarak öncelikle en fazla talep edilen el yazması eserlerin basılmasına yoğunlaştılar. İlginin odağında dini eserler, özellikle de İncil bulunmaktaydı. İncil'in basılması ve orta sınıflar içinde yayılması, Kilise'nin düşünce üzerindeki denetimine son veren Reform'un yolunu açan yeni akımla aynı döneme rastladı. Dini eserlerin hemen ardından, Rönesans'ın kültürle tanışmış olan aristokrasisi ile yüksek burjuvazisinin ilgisini çeken hem antik hem de modern edebiyat ve şiir geliyordu.

Daha sonra, büyük ölçüde 16. yüzyılda, matbaa önemli teknik ve bilimsel yeniliklerin geniş kesimlere yayılmasının aracı oldu. Doğa betimlemeleri, özellikle de yeni keşfedilen bölgeler, sanatla ve ticaretle ilgili işlemler ilk kez okuryazarların bilgisine sunuldu. O güne dek zanaatkârların teknikleri gelenekseldi ve hiçbir zaman yazıya dökülmemişti. Bu teknikler doğrudan deneyim yoluyla ustadan çırağa aktarılırdı. Basılı kitaplar zanaatkârların okuryazar olmasını önce mümkün sonra da gerekli kıldı. Onların teknik süreçlerle ilgili anlatımları ve daha da önemlisi çizimleri ticaretle uğraşanlar, zanaatkârlar ve aydınlar arasında ilk kez yakın bağlar kurulmasını sağladı.

---

30 Endulujans: Katolik Kilisesince, gunahların affedildigini belirtmek için verilen kagıt. (ç.n.)

6.7. GEÇ ORTAÇAĞ EKONOMİSİNİN GELİŞİMİ

Matbaanın önemi üzerine bu irdeleme bizi Ortaçağ sınırlarının dışına çıkardı; fakat Rönesans'ın bilimde gerçekleştirdiği devrim hakkında bir değerlendirme yapmadan önce, bu ve diğer teknik ilerlemelerin Ortaçağ'ın son dönemlerinde ekonomi ve düşünceler üzerindeki etkilerini saptamak gerekir. Gelişen üretimin ve ulaşımın bir bütün olarak kırsal bölgeler üzerindeki birleşik etkisi, köyün toptan artı-ürününü ve dolayısıyla köylerde tüketilen imalat mallarının miktarını arttırdı.

Avrupa'da feodal beylerin egemenliği henüz sarsılmamış olsa da, zengin köylüler ve kentli işçiler konumlarını güçlendirmeyi başarmış ve büyük ölçekli bir pazar oluşturmaya başlamışlardı. Bu durum imalat mallarının, başta şarap ve kaliteli kumaş gibi (kaba kumaş hâlâ evlerde eğrilip dokunmaktaydı) yarı lüks maddelerin yanı sıra tuzlanmış balık gibi ekstra gıda ürünleri ile metallerin, özellikle de araç-gereç ve silah yapımında kullanılan demirin üretimini teşvik etti. Bu imalatlar kırsal bölgelerde köylüler tarafından daha çok bir ek iş biçiminde yapılmasına karşın, kentli tüccarların egemenliği altındaydı. Ortaçağ'ın dönüm noktası olarak kabul edilebilecek olan 13. yüzyılın ortalarında, kentli zengin tüccarlar loncalardaki egemenlikleri sayesinde tekelci bir konum elde ettiler ve bu konumlarını ucuza alıp pahalıya satarak değerlendirdiler.

Bu kentli zümreler [oligarşiler] zaman zaman birbirleriyle savaşa tutuşacak kadar sert bir karşıtlık içindeydiler. Ortaçağ'ın ikinci yarısına doğru, daha az gelişmiş bölgelerin ortaklaşa sömürülmesinde işbirliğinin önemini kavramaya başladılar. Bu birliklerin en ünlüsü, Baltık ticaretinin sömürülmesini esas alan Kuzey Alman şirketi Hanse idi. Şirket, 1358'den 1550'ye kadar İskandinavya'nın eski Viking bölgelerini âdeta tek başına yönetti. Hanse'nin kendi donanması ve Londra Steelyar'dan Novgorod'a kadar uzanan başka kentlerde sınır ötesi haklarla desteklenen fabrikaları vardı. Hammaddeleri uzak ülkelerden alıp onları bitmiş ürün (mamul) biçiminde sattığından, kendi kentleri dışında sanayinin gelişimini engelledi.

Kent birliklerinin faaliyet alanının genişliği, kent içi çatışmalara yol açan nedenleri geciktirdiyse de tamamen ortadan kaldıramadı. Yabancı tüccarların yerel kaynakların gelişimi karşısında ti-

cari egemenliklerini sonsuza dek sürdürmeleri de mümkün değildi. İngiltere, örneğin 15. yüzyıla kadar Flanders ve İtalya'da işlenmek üzere ham yün ihraç eden bir ülkeydi. Mali yönden Lombardların, Floransalıların ve Honsardların egemenliği altındaydı. Aslında yarı-sömürge bir ülke konumundaydı ve 18. yüzyılın Kuzey Amerika sömürgeleri gibi öyle zengin doğal kaynaklara sahipti ki, ekonomik bağımsızlığını kazanması yalnızca bir an meselesiydi. Gerçekten de, 14. yüzyıl gibi erken bir tarihte, yerli yün dokumacılığının gelişmesiyle birlikte bağımsızlığını kazandı.

İtalya ve Aşağı Ülkeler'de bulunan en ileri Ortaçağ kentlerinde loncalardaki zengin esnafın egemenliği zanaatkârların ayaklanmasına neden oldu; 1378'de Floransa'da Ciompi, 1302-1382 yılları arasında da Bruges, Liége ve Ghent dokumacılarının isyanları bunlara örnektir. Bu ayaklanmalar geçici başarılar kazandılarsa da, Yunan tipi kent demokrasilerinin kurulmasına yol açmadılar; çünkü Ortaçağ kentleri çok daha gelişmiş ve kalabalık olan feodal kırlarda kurulmuştu. Tersine, kentlerin içindeki veya kentler arasındaki mücadeleler feodal kralların ya da İtalya'da iktidarı eline geçiren tüccar prenslerle ücretli komutanların (condottieri) daha da güçlenmesi sonucunu doğurdu. Bu durum, özünde hâlâ feodal olan fakat kentlerde yoğunlaşan Rönesans'ın ulus devletlerinin kurulmasına yol açtı. Bu burjuva çekirdekten kapitalist düzenin doğuşu ise daha sonraki bir dönemde gerçekleşecekti.

Ticaret ve matematik

Bu nedenle Ortaçağ'ın sonlarında düşüncelerin, özellikle de bilimin gösterdiği gelişmeler açısından bakmamız gereken yer kentlerdir. Buralarda yeni, laik bir aydınlar sınıfı oluşmaktaydı. Bunlar iyi Hıristiyanlardı fakat halen en büyük toprak sahibi konumunda bulunan ve feodal düzene sıkı sıkıya bağlı duran Kilise'den büyük ölçüde bağımsız ve bir dereceye kadar da ona karşıydılar. Ne var ki yeni *burjuvazi* inançtan çok kâra ve gösterişe ilgi duyduğundan çıkarları pek çatışmadı. Ticari aritmetik, usta zanaatçılık ve sanat, onları okullar arasındaki tartışmalardan daha fazla ilgilendirmekteydi. Ancak sonraları, Kilise'yi giderek artan servet ve güçleri karşısında bir engel olarak görmeye başladıklarında, reformun en ateşli savunucuları haline geleceklerdi.

Leonardo Fibonacci'nin 1202 yılında Avrupa'ya tanıttığı Arap rakamlarının temel kullanım alanı ticari muhasebe oldu. Birkaç on yıl içinde, o zamana dek yalnızca bir avuç matematikçiye özgü bir sır olarak kalan aritmetiğin dört işlemini öğrenmek her tüccar çırağı için zorunlu bir görev haline geldi. Aynı zamanda pek çok insan da matematiğin önemini kavrayacak düzeye ulaştı. Sonuç simgesel cebir ve başlangıçta dama oyununda fazla ya da eksik taşları belirtmekte kullanılan "+" ve "-" işaretleriydi. Denizcilikte yararlanılmak üzere astronomik tabloları ilkin koruyan, sonra daha da geliştiren de yine aynı ticari çıkarlardı.

Sanat ve bilim

Tüccarların artan servetleri sanata yeni bir itki kazandırdığı gibi aynı zamanda onun konularını ve üslubunu da değiştirdi. Halen dini bir biçim altında dışa vuruluyorduysa da, Gotik katedrallerde cisimleşen şey artık Ortaçağ'ın Kilise sanatı değildi. Teolojik sembolizmin yerini doğa resimleri aldı. Sanat aynı zamanda hem daha laik, hem de daha natüralist olmaktaydı. Tüccarların biriktirdikleri artık değerin büyük bir bölümü, kısmen eğlenmek kısmen de saygınlık elde etmek amacıyla köşklere ve tablolara harcanmaktaydı. Tekstil, çömlekçilik, cam ve metal işlemeciliği alanlarında, maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemek için alabildiğine teşvik ve olanak bulunmaktaydı. Bu durum, bilimin canlanması için gerekli maddi temelin oluşmasını sağladı. Rönesans'ın tam anlamıyla serpilip gelişmesinin yolu açılmıştı artık.

6.8. ORTAÇAĞ'IN BAŞARISI

Ortaçağ'ın mirası esas olarak ekonomik, teknik ve siyasaldı. Entelektüel katkısı kalıcı olmadı. Feodal ekonomi tarafından oluşturulan ve kent ticaretinin -yeni ihtiyaçları doğrultusunda- kısmen değiştirdiği temel, Rönesans'ın ve Sanayi Devrimi'nin daha ileri atılımlarını hiçbir çöküntüye uğramaksızın taşıyabildi; oysa Ortaçağ'a özgü görüşlerin, acımasızca yok edilip yerine yeni, bilimsel bir felsefe konması gerekiyordu. Kuşkusuz bu, Ortaçağ bilginlerinin klasik bilimin unsurlarını yeniden günışığına çıkarma ve özümseme doğrultusunda gösterdikle-

ri olağanüstü gayreti küçümsemek anlamına gelmez. Ne var ki, değinmiş olduğumuz nedenlerden ötürü Ortaçağ bilginleri de, tıpkı kendilerinden önce gelen Arap bilginleri gibi, Aristo'nun yaklaşık 2000 yıl evvel ulaştığı sınırların ötesine geçme becerisini gösteremediler.

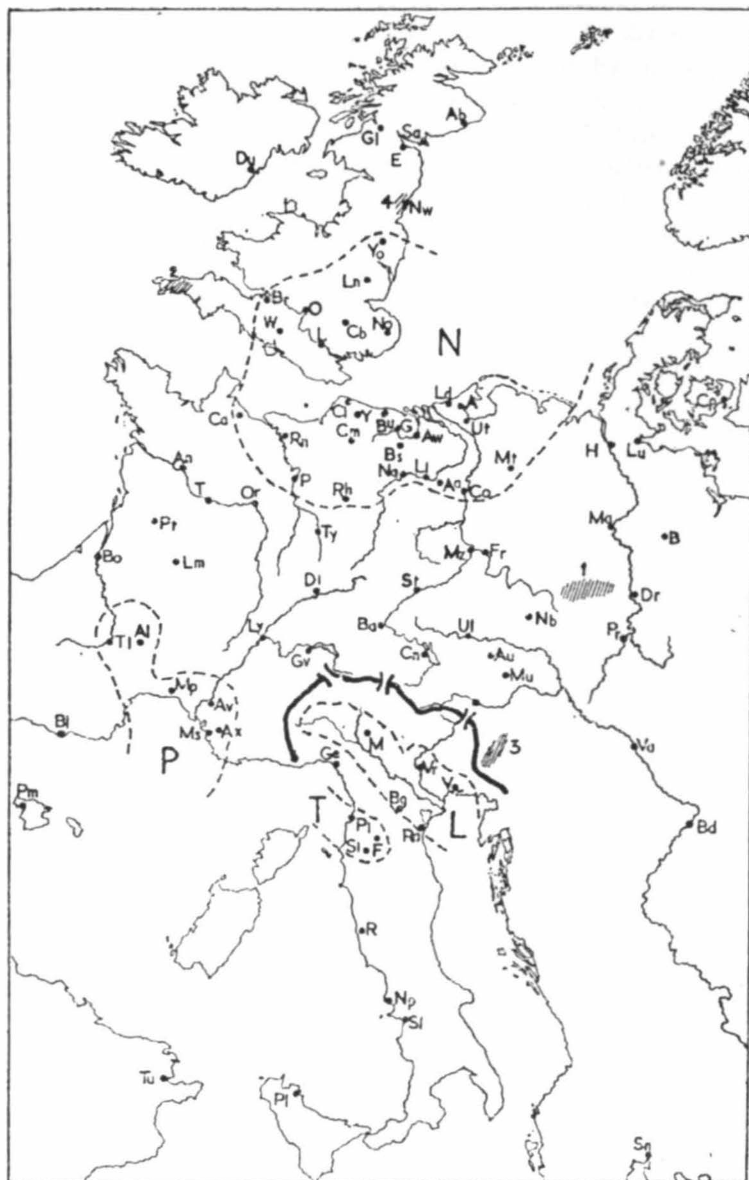
Açık ki Ortaçağ'ın katkıları Araplarınkine oranla daha bütünlüklüydü. Robert Grosseteste, çağın başında *önerme* ve *bileşim* [resolution and composition] ya da *tümdengelim* ve *tümevarım* ikili yöntemini, 500 yıl sonra gelen Newton kadar açık bir biçimde ortaya koymuştu. **3.12** Ne var ki, bir yöntemin kullanılması için isteğin ya da gerekli araçların bulunmaması belki de o yöntemin işe yaramaz olmasından daha kötüdür. Yarattığı hoşnutluk hali, başlı başına ilerlemenin önünde bir engeldir.

Bu ilerlemenin böylesine uzun bir süre gecikmiş olmasının başlıca nedeni, ister Müslüman olsun ister Hıristiyan, feodal bir ekonomide rasyonel bilimin pratik yarar sağlayacak tarzda kullanılması olanağının bulunmamasıydı. Prenslerin astrolojiye duydukları saygı astronominin devam etmesini sağladı. Simya, kimyasal tekniklerin gelişmesine yardımcı olduysa da, teorisi akla değil neredeyse tümüyle büyüye dayanıyordu. Bilime, yalnızca teologlara [görüşlerini pekiştirecek] örnekler sağlaması amacıyla başvurulduğu sürece, ondan deneyimin biçimsel bir analojisinden fazlası beklenemezdi. Uygulamada işe yarayıp yaramadığının araştırılmasına hiçbir zaman gerek duyulmadı. Dolayısıyla bilim, tüm bir Ortaçağ boyunca, büyük ölçüde kitaplara ve tartışmalara tıkılıp kaldı. Daha sonra görülecek olan entelektüel ilerlemeler, skolastiklere, onların yanlışlarını ortaya koyma arzusunun sağladığı itici güç dışında çok az şey borçluydu. Bu ilerlemeler, daha çok klasik düşüncenin en iyilerinin yeniden günışığına çıkarılması ile doğaya ve sanata duyulan yeni pratik ilgiden esinlenen yeni deneysel yöntemlerin bileşiminden doğdu.

Gelecek açısından Ortaçağ düşüncesinden çok daha önemli olan, imalat [manüfaktür] ve taşımacılık [ulaşım] alanlarındaki göz alıcı teknik gelişmeler bütünü ile çözülmeleri zekâ gerektiren zor soruların oluşturduğu, geçmişten devralınan mirastı. Başlangıçta ortaya atılan, modern bilimin doğum yerini ve zamanını neyin belirlediği sorusu kısmen de olsa bu değerlendirmeler çerçevesinde yanıtlanabilir. Doğa bilimlerindeki ilk büyük Helenistik atılımın miras-

Tablo 3: Bilim ve Feodalizm:

	TEKNİK GELİŞMELER	SİYASİ VE SOSYAL OLAYLAR	FELSEFE ve	BİLİM
500	Ayasofya'nın inşası Çin'den getirilen ipeğin Avrupa'ya tanıtılışı	Iustinyen, Atina akademisinin kapatılışı Pers Jundişapur üniversitesi	Dionysius, mistik teoloji Philoponos, anti-Aristocu dürtü doktrini	Ayraphata Varahamira, Hint astronomicileri ve matematikçileri Onluk numaralama sisteminin gelişimi, sıfır
600	Çin'de blok baskı	Çin'de Tang hanedanlığı Muhammed'in misyonu, Müslümanlığın İran, Afrika ve İspanya'ya yayılışı	Severus Sebockt, Hint numaralarının Suriye'ye tanıtılması	Brahmagupta, cebir ve trigonometri
700	Kuzey Avrupa'da tekerlekli saban ve üç tarla sistemi	Abbasi halifeliği Bağdat'ın kuruluşu	Yunancadan Süryanice'ye çeviriler Geber İslam kimyasının kurucusu Sanskritçe, Süryanice ve Yunancadan Arapçaya çeviriler	
800	Vikinglerin yelkenli gemileri geliştirmesi At hamutu, nalı ve üzengisinin Çin'den Avrupa getirilmesi	Şarlman, Harun el Reşid Avrupa'nın Kuzeyliler ve Magyarlarca işgali	Öğrenme evi El-kindi, ilk Arap felsefeci Erigena, ilk felsefeci Sofizmin yükselişi	El Harezmi, cebir Bede, ilk Hıristiyan tarihçi
900	Su değirmenlerinin yaygın kullanımı	Hilafetin yıkılışı	El-Fergani, İslam astronomisinin kurucusu Razi, tıp ve kimya El-Buzjani, trigonometri	El-Mesudi geometri
1000	Perslerde yel değirmenleri Mercek kullanımı Alkol	Kilise reformu Papa ve imparator arasında mücadele İtalyan şehirlerinin yükselişi Selçuklu Türklerinin istilası	Avicenna, tıp ve fizik Hasan el Basri, optiğin kurucusu El- Zarkali, eliptik çember Gazali, mistisizme geri dönüş	El Biruni, Hindistanın tanımlanması Ömer Hayyam, matematik
1100	İspanya'da kağıt Boyalı cam Fransa'da yel değirmenleri Pusula	İlk Haçlı seferi Flanders'te komünler Selahaddin Eyyubi, Kudus'ün yeniden alınışı	Peter Abelard, Paris Üniversitesi, skolastiğin başlangıcı İbn-i Rüşd, Aristocu İslami sistemi Maimonides, Aristocu Yahudi sistemi	
1200	Barut'un Avrupa'ya getirilmesi Villard de Honnecourt mekanik katlar ve saat	İmparator 2. Frederik, Moğolların Bağdad'ı yutuşu	Arapçadan Latince'ye çeviriler Robert Grosseteste, inanç desteğinde bilim Roger Bacon, Peter the Pilgrim, Deney ve bilim Aziz Albert, Akinolu Tomas, Aristocu Hıristiyanlık sistemi	Leonardo Fibonacci, Arap rakamlarının Avrupaya tanıtılması
1300	Gözlük kullanımı Savaşlarda top kullanımı Gemilerde kıç dümeni Yağlı boya resmi	Papalıktaki ilk bölünme Yüz yıl savaşları Veba Köylü isyanları	El Tusi, İlkanik tablo Duns Scotus, Occamlı William, nominalizm Skolastisizmin bozulması Buridan, Oresme, dürtü doktrininin gelişimi	Raymond Lull, sufi mistisimi ve simya
1400	Matbaa	Hıristiyanlıktaki bölünmenin sona erişi Hussite isyanı	İbn-i Haldun, bilim tarihi Cusa'lı Nicolas, dünyanın hareket ettiği süpekülasyonu	Uluğ Bey, Semerkand gözlemevi
1450				



Harita 3: Ortaçağ Avrupası

çılarından yalnızca Batı Avrupa bu atılımı daha ileri götürebilecek konumdaydı. 15. yüzyıla gelindiğinde, İslam dünyası ekonomik olarak çökmüş, yıkıcı savaşlar ve istilalarla harap olmuştu. Türklerin ve Moğolların sonraki tüm başarılarına rağmen İslam dünyası entelektüel bakımdan itici gücünü yitirmişti. İslam açık görüşlü olmaktan çıkmış, darlaşıp tutuculaşmıştı. Hindistan, Müslüman istilacıların akınları ile ilerleme olanağını yitirme pahasına bir kast yapısı içinde dondurulmuş Hinduizm arasında kalarak bir savaş alanına dönmüştü. Çin eski kültürünü koruduysa da bunu ancak teknikle eğitimi birleştirecek gerekli adımın atılmasını engelleyen ve bir 400 yıl daha engelleyecek olan bir devlet sistemi sayesinde başarabildi.

Avrupa'da 15. yüzyılın başlarında, feodal toplumun çökmekte olduğu apaçık ortaya çıktığında bile, geleceğin daha iyi şeylere gebe olduğu fark edilmiş değildi. Yine de, eski toplum ölürken bir yenisi onun yerini almaktaydı ve bu yeni toplum, Avrupa'nın verimli toprağının ve insanlarının emeğinin kendisine bıraktığı mirası, Ortaçağ'ın beylerine ve yüksek rütbeli din adamlarına oranla çok daha iyi değerlendirebilecek yetenekteydi.

Harita 3: Ortaçağ Avrupası

Harita, 6. bölümde tartışılan Ortaçağ Hıristiyanlığındaki kentlerin ve öğrenim merkezlerinin dağılımını göstermektedir. Bu, Avrupa'nın ana omurgasında ve Alp bariyerinin her iki tarafına akan Ron ve Ren nehirlerini izleyen iki ana ticaret yollarındaki yoğunlaşmayı ortaya koyuyor. Dört bölge özellikle ekonomik canlanma merkezlerini gösteriyor: Kuzey Deniz bölgesi (N); iki İtalyan bölgesi Lombardi (L) ve Tuscany (T); ve Barcelona ve Balerık Adaları'nı da içerecek biçimde uzatılabilecek olan Batı Akdeniz'in Provans ve Languedoc (P) bölgeleri. Saksonya (1)'nın bakır ve gümüş madenleri, Cornwall (2)'un kalay madenleri, Styria (3)'nın demir madenleri ve Newcastle (4)'in kömür ocakları gibi embriyo halindeki sanayi bölgeleri de gösterilmiştir.

Tablo 3: Bilim ve Feodalizm: Helen mirasından kurtulma (Bölüm 5 ve 6)

Tablo, 500'den 1400'e kadarki dokuz yüz yıllık dönemi kapsamaktadır. Bütün bu dönem boyunca, bilimsel düşüncenin içeriği - bunu gelişme olarak adlandırmak oldukça zordur - esas olarak Helencidir ve işin doğrusu Tablo 2'de gösterilenlerin doğrudan bir devamına işaret etmektedir. Aksine, bilimin çalışıldığı yerler çok geniş biçimde dağınıktı ve bilimdeki ilgi merkezleri zamanla çeşitlendi. Dönemin ilk kısmında, İskenderiye, Suriye, Persiya, Orta Asya, Hindistan ve Çin'in hepsi; son kısmında ise İspanya, İtalya, Fransa, İngiltere ve Aşağı Ülkeler aktifti. Bizans İmparatoru Justinyen dönemindeki küçük bir etkinlik patlaması dışında, 9. yüzyılda Müslüman Asya'da, 11. yüzyılda İslam İspanya'sında ve 13. yüzyılda Fransa'da önemli ama çok büyük olmayan diğer üç patlama olduğu görülmektedir. Pusula ve barut gibi sonraki dönemde sonuç veren teknik gelişmelerin kesin tarihlerini saptamak zordur. Bunların tümü için verilenler, bu gelişmelerin Avrupa'ya tanıtıldığı yaklaşık tarihlerdir.

V. KISIM

MODERN BİLİMİN DOĞUŞU

Giriş

Kentlerin, ticaretin ve sanayinin Ortaçağ'ın sonlarına doğru hız kazanan gelişimi, feodal ekonomiyle uyuşmuyordu. Feodal düzenin bağrında yavaş yavaş olgunlaşan bu değişimler, sonunda belirgin hale geldi ve dört bir yanda birbiri ardı sıra, ekonomide ve bilimde yeni bir düzenin başlangıcını oluşturdu. Daha gelişkin yöntemlerin, daha elverişli taşımacılık yöntemlerinin ve daha geniş pazarların ortaya çıkmasıyla birlikte meta üretimi düzenli olarak arttı. Bu pazarların bulunduğu kentler feodal ekonomide uzun süre ikincil, neredeyse asalak bir rol oynamışlardı. Fakat 15. yüzyıla gelindiğinde burjuvazi- öyle güçlendi ki bu durum ekonomiyi, üretim biçimini zorunlu hizmetin değil ücretli çalışmanın belirlediği bir ekonomiye dönüştürmeye başladı. Burjuvazinin ve onun geliştirdiği kapitalist ekonomi sisteminin zaferi, ancak son derece şiddetli politik, dini ve entelektüel savaşımlar sonunda gerçekleşti. Haliyle, bu dönüşüm süreci yavaş ve her yerde farklı oldu; dönüşüm sürecinin 13. yüzyılda İtalya'da başlamış olmasına karşın, burjuvazinin en ileri ülkeleri olan İngiltere ve Hollanda'da bile egemenliğini kurması 17. yüzyılın ortalarını buldu. Aynı sınıfın tüm Avrupa'da denetimi eline geçirmesi içinse bir yüzyılın daha geçmesi gerekecekti.

Kapitalizmin temel üretim yöntemi olarak geliştiği bu aynı dönem -1450-1690- deney ve hesaplamanın doğa bilimlerinin yeni yöntemi haline geldiğine tanıklık etti. Bu dönüşüm oldukça karmaşıktı: Tekniklerde görülen değişiklikler bilimi geliştirdi; buna karşılık bilim de teknikte yeni ve daha hızlı değişimlere yol açtı. Bu birleşik teknik, ekonomik ve bilimsel devrim, eşi benzeri görülmemiş

toplumsal bir olgudur. Bu olgu, sonuçları bakımından uygarlığın yolunu açan tarımın keşfinden bile daha önemlidir; çünkü bilim sayesinde sonsuza dek ilerleme olanağını kendinde barındırmaktadır.

Modern bilimin kökeni sorunu, günümüzde artık tarihin en temel sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Örneğin, Profesör Butterfield ***3.28*** şunu iddia etmektedir: "Bu bilimsel devrim denen şey, (...) Hıristiyanlığın doğuşundan bu yana olan biten her şeyi gölgede bırakmakta ve Rönesans ile Reformu sıradan birer olaya, Ortaçağ Hıristiyanlığı içinde cereyan eden içsel değişimlere indirgemektedir... Belirli bir tarihsel geçiş döneminin, entelektüel gelişimin belirli bir yanının altında yatan kesin süreçleri görebilmemiz için (...) bundan daha iyi bir zaman dilimi, daha iyi bir alan yoktur." Profesör Butterfield'ın yaptığı çözümlemeye temelde katılmamakla birlikte sorunun önemi konusunda ona tamamen hak verdiğimi belirtmek isterim.

Kapitalizmin gelişimi ile bilim arasında bir bağlantı olsa da bu ilişkiyi basit neden-sonuç kavramlarıyla açıklamak doğru olmaz. Yine de, bu dönemin başlarında ekonomik etkenin baskın olduğu söylenebilir. Deneysel bilimin gelişimini mümkün ve zorunlu kılan, kapitalizmin yükseliş koşullarıdır. Dönemin sonlarına doğru karşıetkiler hissedilmeye başlandı. Bilimin pratik başarıları, bir sonraki büyük teknik ilerlemeye, Sanayi Devrimi'ne zemin hazırlamaktaydı. Doğa bilimleri işte bu dönemde, tarihi bir dönemeçten geçerek toplumun üretici güçleri arasında kendisine kalıcı bir yer edindi. Tarihin akışı bir bütün olarak göz önüne alındığında bu olgunun dönemin siyasal ya da ekonomik olaylarından çok daha önemli olduğu görülür. Çünkü kapitalizm toplumun ekonomik evriminde geçici bir aşamayı temsil ettiği halde, bilim insanlığın kalıcı bir kazanımıdır. İlk önce, kapitalizm bilimi olanaklı kıldıysa; bilim de sırası geldiğinde kapitalizmi gereksiz kılacaktı.

Kapitalizm, ilk aşamalarında -çökmekte olan feodalizmin zincirlerini kırdığı sıralarda- sağlıklı ve gelişime açıktı. Geç Ortaçağ'a özgü teknik aygıtların kullanılması tarımın, imalatın ve ticaretin gelişmesine ve her zamankinden daha geniş bir alana yayılmasına olanak tanıdı. Ekonomik ilerlemenin doğurduğu maddi gereksinimler ma-

dencilik, savaş ve denizcilik başta olmak üzere her alanda tekniğin daha da gelişmesini sağladı. Bu gelişmenin sonucu olarak yeni malzeme ve işlemlerin doğasından kaynaklanan yeni sorunlar, pusula ve barut gibi icatları henüz tanımayan klasik bilimin belini büktü. Keşif amacıyla yapılan deniz seferleri, antiklerin deneyimlerinin ne kadar sınırlı olduğunu gözler önüne sererek daha ilerisini görüp daha fazlasını yapabilecek yeni bir felsefe bulma ihtiyacını pekiştirdi.

17. yüzyılın başında yeni ve girişken bir burjuvazi bu uyarıcıya yanıt verme başarısını göstererek deneysel bilimin temellerini kurdu. Yeni bilim, eskiden serüvenci tüccarların yapmış olduğu gibi, birlikler halinde örgütlendi. Yüzyıl henüz sona ermeden bir avuç yetenekli insan *mekanik* ve *astronomi*nin temel sorunlarını çözdü. Böylece, klasik bilimin o güne dek yaptığından daha fazlasına ulaşmış oldular: ihtiyaç duyulan alana -*denizciliğe*- pratik yardım sundular. Ancak, bu yalnızca bir başlangıçtı; asıl zaferleri, teknik ve doğa hakkındaki bilimsel incelemelerle bunları tahlil etmek ve çözümlemek için gerekli yeni *deneysel* ve *matematiksel* yöntemlerin geliştirilmesine kazandırdıkları taze dürtüde yatmaktadır. Bunların meyveleri daha sonraki yıllarda toplandı. 17. yüzyılın sonuna kadar, bilimin pratik çalışmalarla yeniden kurduğu bağlar sayesinde *kazandıkları*, teknikteki radikal yenilikler sırasında *vermek* zorunda kaldıklarından çok daha fazladır.

Bilimsel devrim

Yeni bilimin doğuşu ile ilk gelişim sürecinden başlayarak entelektüel olgunluğa erişinceye dek geçen kritik dönem bu bölümün ana konusunu oluşturmaktadır. Öncelikle onun, Rönesans ve Reform'un yeni toplumsal güçleriyle ilişkisini göstermek, ardından da bu yeni bilimin kazanımlarının teknolojiyi nasıl belirlediğini ve arkadan gelecek modern çağın düşüncelerini nasıl biçimlendirdiğini incelemek gerekir. Bu can alıcı dönemde bilim alanında görülen düşünce değişiklikleri, her şeyin üstünde tutulan din ve siyaset alanındaki düşünce değişikliklerinden çok daha önemliydi. Bu değişim, Yunanlılardan miras kalan, Müslüman ve Hıristiyan teologlarca kutsanan entelektüel kabullerin meydana getirdiği görkemli yapının yerle bir

edilerek yerine yepyeni bir sistemin konduğu bir *Bilimsel Devrim* demekti. Müslüman ve Hıristiyan bilginlerin Yunanlılardan miras aldıkları nitel, değişmez, sınırlı ve dini eski dünya tablosunun yerini nicel, atomik, sonsuza dek uzanan laik yeni bir dünya tablosu aldı. Aristo'nun hiyerarşik evreni Newton'un dünya makinesi karşısında dayanamadı. Bu geçiş dönemi boyunca yıkıcı eleştiri ile yapıcı sentez öylesine iç içe geçmişti ki, aralarına bir çizgi çekmek olanaksızdı.

Bu yer değişimi bilgiye doğru yeni bir yönelişin belirtisiydi yalnızca. Bilgi, insanın geçmişten bugüne gelen ve kıyamete kadar sürecek olan dünyanın bu biçimiyle uzlaşmasının aracı olmaktan çıkarak ölümsüz yasaların öğrenilmesi yoluyla doğayı denetim altına almanın aracı haline geldi. Bu yeni tutumun kendisi, maddi zenginliklere duyulan yeni ilginin bir ürünüydü ve zanaatkârların ticari pratiklerine karşı aydınlarda yeni bir ilgi uyandırdı. Böylece Rönesans, soylulara özgü teori ile avam sınıfa/halka özgü pratik arasında, ilk uygarlıklarda sınıflı toplumların ortaya çıkmasıyla birlikte açılan ve Yunanlıların büyük entelektüel kapasitesini sınırlayan gediği kısmen de olsa kapattı.

Modern bilimin nasıl doğduğunu yeterince anlayabilmek için, Rönesans döneminde başlayan dönüşümün hem pratik hem de entelektüel yanlarını göz önünde bulundurmak gerekir. Bilim tarihi üzerine yazanlar, çoğunlukla yalnızca entelektüel yanı vurgulamışlar ve bu yüzden tüm bir dönüşümü, doğrulukları apaçık ortada olan ilk önermelerden yola çıkarak yanlış savlardan doğrulara doğru bir ilerleme ya da apaçık olguların daha dikkatli gözlenmesi ve daha doğru değerlendirilmesi sorunu olarak görmüşlerdir. Ekonomik, teknik ve bilimsel ilerlemelerin zaman ve mekân bakımından çakışmalarını açıklayamamaları ve dahası, bilimin ilgi duyduğu konularla toplumu denetim altında tutan grupların teknik ihtiyaçlarının aynı olması, her iki açıklamanın da yetersiz olduğunu gözler önüne sermektedir.

Öte yandan, yalnızca ilgi duyulan teknikleri göz önünde bulundurmak da yetersiz kalacaktır. Maddi kaygılar kadar zihinsel yaklaşımları da dikkate almak gerekir. Yükselen burjuvazinin verdiği mücadelenin ideolojik yanı, bu geçiş yüzyıllarının bilimsel görüşlerine olduğu kadar dini düşüncelerine de damgasını vurdu. Gerçekten de, yüzyıllardır benimsenmiş olan düşüncelere meydan okumak, ancak

toplumun bütün kurumlarının sorgulanmakta olduğu bir dönemde mümkün olabilirdi.

Roma İmparatorluğu'nun çökmesinin ardından eski bilimin yıkıntıları üzerinde yeni bir bilimin kurulduğu veya Ortaçağ'ın başında olduğu gibi, bilimin bir kültürden diğerine aktarıldığı eski geçiş dönemlerinin tersine, modern bilimi doğuran devrim hiçbir kesinti ya da dış etki olmaksızın gerçekleşmiştir. Bu durum şu gerçeğin altını daha da kalın bir biçimde çizmektedir: Yeni toplumun içinde, doğrudan eski toplumdan alınan fakat devrimi yapan insanların düşünce ve eylemleri ile dönüştürülmüş olan unsurlarla yepyeni bir düşünce sistemi inşa edilmiştir. Eski feodal kültür denenmiş ve yetersiz bulunup mahkûm edilmiştir; kendi doğurduğu çelişkilerin üstesinden gelemeyecektir. Onun bağrından çıkan yeni burjuva sınıfı, kendisine özgü yeni toplumsal sistemi bulmak ve kendi düşünce sistemini oluşturmak zorundaydı. Rönesans ve 17. yüzyıl insanı, geçmişe ne denli borçlu olduklarının farkında olmaksızın ondan tam anlamıyla koptuklarını düşünüyorlardı.

Bilimin dönüşümünde önemli evre

Yeni bilimin oluşum sürecini tam anlamıyla kavrayabilmek için tüm bir Bilimsel Devrim dönemini üç evreye ayırmak uygun olacaktır: Rönesans evresi (1440-1540); Din Savaşları evresi (1540-1650) ve Restorasyon evresi (1650-1690). Bunların birbirine karşıt üç ayrı dönem değil, feodal ekonomiden kapitalist ekonomiye tek bir geçiş sürecinin üç aşaması olduğunu unutmamak gerek.

Siyasal alanda birinci evre (7.1-7.3) Rönesans'ı, denizcilikteki büyük gelişmeleri, Reform hareketini ve İtalya'da siyasal özgürlüğe son verip İspanya'yı ilk büyük dünya gücü olarak sahneye çıkaran savaşları kapsamaktadır.

İkinci evrede (7.4-7.6) Amerika'nın ve Doğu'nun Avrupa ticareti ve korsanlığına açılmasının doğurduğu sonuçlar, tüm Avrupa ekonomisini sarsan bir fiyat krizi biçiminde hissedilmeye başladı. Bu dönem, Fransa ve Almanya arasındaki hiçbir sonuca ulaşmayan din savaşları çağıydı. Bu dönemin başında Hollanda Burjuva Cumhuriyetinin ve

sonunda burjuva İngiliz Milletler Topluluğu' nun kurulması tarihsel bakımdan din savaşlarına oranla çok daha büyük önem taşımaktadır.

Üçüncü evre (7.7-7.9) siyasal uzlaşma dönemidir. Ekonomik yönden gelişmekte olan tüm bu ülkelerde yönetim biçimi monarşi olmasına karşın iktidarın ipleri büyük burjuvazinin elindeydi. Versailles'taki Büyük Hükümdar'ın tüm ihtişamına rağmen, döneme damgasını vuran Hollandalılar oldu. İngiltere'de bu dönem, anayasal [meşruti] monarşi ile hızlı ticari ve sınai gelişmenin başlangıcına işaret eder.

Bilimde bunlara karşılık gelen gelişmeler birinci evrede Ortaçağ'ın klasik zamanlardan alıp benimsediği dünya tablosuna bütünüyle meydan okunmasıdır. Bu meydan okuma en kararlı ifadesini Kopernik'in Aristo'nun dünya merkezli evren anlayışını reddederek, yerine dünyanın da diğer gezegenler gibi güneşin etrafında döndüğü bir güneş sistemi anlayışı getirmesinde buldu.

İkinci evrede bu meydan okuma yoğun muhalefete rağmen Kepler ve Galileo tarafından sürdürüldü ve Harvey tarafından insan vücudunu da içine alacak şekilde genişletildi. Bu gelişme yeni deneysel yöntemlerin kullanılması sayesinde mümkün oldu. Bacon ve Descartes ise yeni bir çağın bilim alanındaki ilk öncüleri olarak ortaya çıktılar.

Üçüncü evre yeni bilimin zaferine, hızla gelişerek yeni alanlara yayılmasına ve ilk kez topluluklar halinde örgütlenmesine tanık oldu. Bu dönem yeni matematiksel-mekanik bir felsefenin; Boyle'un, Hooke'un ve Huygens'in çağıdır. Pek çok elin ve beynin çalışması Newton'un *Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri* [Mathematical Principles of Natural Philosophy] formülasyonunda somutlandı; bu formülasyonun, diğer tüm bilimlerin üzerinde güvenle yükselebileceği sağlam bir temel olduğu sezilmekteydi. Ereksel nedenler yerini mekanik nedenlere bıraktı. Ortaçağ'ın hiyerarşik evreni aşıldı, yerini bir başkası aldı. Bundan böyle bağımsız parçacıklar, görünmez doğa yasalarının rehberliği altında birbirlerini özgürce etkileyebileceklerdi. Buna karşılık olarak, bu yasaların anlaşılmasının doğa güçlerini insanlığın hizmetine koşmak bakımından kilit bir rol oynadığı görülüyordu. Ulvi düşünceler yerini yararlı eylemlere bıraktı.

7. Bölüm

BİLİMSEL DEVRİM

7.1. BİRİNCİ EVRE: RÖNESANS (1440-1540)

Feodalizmden kapitalizme geçişin birinci evresi Rönesans ve Reform hareketleri ile bunların kendilerinden daha uzun bir zamana yayılan öncellerini ve sonuçlarını kapsayan dönemdir. Nakit ödemenin geçerli olduğu bir pazar için yapılan meta üretimi biçimindeki ekonomik model, 12. yüzyıldan beri birbirinden kopuk kentlerde dağınık bir halde görülmekteydi. Bu model, ilk kez 15. yüzyılda, İtalya'dan başlayıp Yukarı Almanya ve Ren bölgesinden geçerek Aşağı Ülkeler'e uzanan topraklar üzerinde, hâkim ekonomik biçim haline geldi. Bu bölge içinde yalnızca İtalya'daki Venedik, Cenova, Floransa ve Milano gibi büyük kentler hem siyasal hem de ekonomik bakımdan bağımsızlık kazandılar ve Rönesans'ın görkemli sanatsal ve entelektüel uygarlığını kurmayı başardılar. Bu durum İtalya'da Kilise'den kopmayı gerektirmedi; çünkü Roma'da bulunan Papalık, bütün bir Hıristiyan dünyasının yaptığı katkılar sayesinde yabana atılmayacak bir gelir elde ediyordu. Hareket Almanya'ya ve daha ötelere sıçradığında ise durum değişti. Bir yandan Lutherci reformlarda ifadesini bulan, ulusal bir temele dayalı din bağımsızlığı talebi ortaya çıkarken, öte yandan 1525-1526 Köylü Savaşları ve 1533'te Münster'deki Anabaptistlerin isyanı ile kendisini gösteren şiddetli toplumsal mücadeleler yaşandı. Macaristan'da, hatta Katolik İspanya'da bile benzer ayaklanmalar başgösterdi. Sonra Reform hareketi daha uzaklara; Aşağı Ülkeler'e, İngiltere'ye ve Fransa'ya sıçradığında çok daha radikal olan Kalvinizm biçimine bürünerek hiyerarşik kilise yönetimini bütünüyle reddetti ve sivil iktidarı olduğu kadar dini iktidarı da demokrasi içinde seçilmişlere bıraktı.

Ne var ki, demokrasi sorunu bir sonraki evreye kadar ciddi bir biçimde ele alınmayacaktı. Hiyerarşik iktidar ve bağlılık üzerine kurulu feodal sistemin yerini alan ilk siyasal biçim mutlak prenslik oldu. Prens, iktidarı için tüccarın desteğine bel bağlıyor; Medici örneğinde olduğu gibi bizzat kendisi de soyluluk unvanı verilmiş bir tüccar olabiliyordu. Monarşinin geri getirilmesi, imparatorun ve kralın geçici iktidarlarının ve onunla birlikte Ortaçağ aleminin dayandığı tüm bir sistemin sona ermesi anlamına geliyordu. Bunun yerine ulus devletler ortaya çıkmaya başladı. Bu devletler arasında durmadan değişen ittifaklar ve savaşlar, hiçbir devletin üstün bir konum elde edemediği sallantılı bir *güçler dengesine* yol açtı.

Bu kralların ya da prenslerin sarayları, artık Kilise'ye bağlı olmayan yeni hümanistlere ve bilim insanlarına hamilik yapmaktaydı. Gerçekten de aydınların durumu, bilginlerin hükümdarın saray süsü konumunda oldukları eski Arap dönemindeki duruma çok benziyordu. Eski Ortaçağ üniversiteleri, İtalya dışında her yerde feodal görüşlerin kalesi olarak kaldılar ve yeni bilime karşı çıktılar. Fransa Kralı I. Francis, sosyal bilimler eğitimi verilebilmesi için sonradan Collegé de France adını alacak olan Collegé Royal'i kurmak zorunda kaldı.

Rönesans ve Reform, soy esasına dayalı değişmez statülerin bulunduğu bir toplumsal ilişkiler sistemini, meta ve emek alım-satımına dayalı bir toplumsal ilişkiler sistemine dönüştüren tek bir hareketin iki farklı cephesini oluşturmaktadır. Hareketin itici gücü olan başlıca ekonomik etken, elde edilen artıdeğerin mümkün kıldığı hızlı ticari gelişmeydi. Bu artıdeğer Ortaçağ'ın sonlarında, özellikle tarım ve dokuma alanlarında gerçekleşen teknik ilerlemeler sayesinde elde edilebildi. Ayrıca, gemicilik ve denizcilik alanındaki ilerlemeler de artıdeğerin değerlendirilme olanağını alabildiğine arttırdı. 15. yüzyıl boyunca, hâlâ büyük ölçüde lüks mal alım-satımına dayalı olan başlıca ticaret yolu Doğu'dan başlıyor, Venedik üzerinden Almanya'ya geçiyor, Ausberg ile Nürnberg'in servetlerine servet katarak Aşağı Ülkeler'e, oradan da İngiltere'ye ulaşıyordu. Gerçekten, bu bölgelere, zenginlik ve kültür bakımından hakim bir konum sağlayan işte bu ticaretti.

Bununla birlikte, yüzyılın sonunda, Rönesans'ın doruğuna ulaştığı bir sırada eski ticaret tarzında bilimin belirleyici rol oynadığı can alıcı bir değişiklik meydana geldi. Denizciliğin gelişmesi, karayoluyla binbir zahmetle ve büyük masraflar edilerek ulaşılan yerleşik pazarlara daha ucuz ve daha çabuk ulaşılmasını sağladı; ayrıca daha önce hayal bile edilemeyecek yeni pazarlara giden ucuz yollar açtı. Bunun en göz alıcı sonucu Yeni Dünya'nın -Amerika'nın- keşfi oldu; fakat o gün açısından çok daha önemli olan, Portekiz'in Asya deniz ticaretini ele geçirmesi ve Baltık ülkeleri ve Rusya'nın gösterdikleri hızlı gelişmedir. Ticaret yollarındaki bu değişiklikler Avrupa'nın ekonomik dengelerini bütünüyle değiştirdi. İtalya ile Yukarı Almanya'nın ticareti kökünden baltalandı; bu iki ülke kültürel ve teknik etkilerini bir süre daha devam ettirebildilerse de siyasal ve ekonomik ağırlıklarını yitirdiler. Onların yerini denizci ülkeler aldı: Önce Portekiz ve İspanya, ardından da daha fazla temel kaynağa sahip olduklarından uzun bir zaman boyunca Hollanda ve İngiltere.

Denizaşırı ticaretle elde edilen kârlar ilk akışkan sermaye birikimini, yani yalnızca toprağa değil, üretim işletmelerine yatırılan sermaye birikimini mümkün kıldı. Daha fazla kâr elde etme hırsı, gemi yapımının ve denizciliğin hızla gelişmesini sağladı. Özellikle denizcilik, modern bilimin doğuşunda belirleyici bir rol oynayacaktı. Feodal dönemde zorla toplanan askerlerin yerini paralı askerler almış olduğundan, savaşlar daha uzun süre sürdürülebiliyordu; ama bu askerler de pahalıya mal oldukları için tunç ve demir ile altın ve gümüşe olan talep artmaktaydı. Madencilikte ve metal işçiliğinde büyük bir patlama olduğu gibi barut üretimi ve sert alkollü içki damıtımı da hızlı bir gelişme gösterdi.

Bir bütün olarak bu dönem ekonomik büyüme dönemiydi. Avrupa'nın hemen her yerinde, yalnızca sınai üretim değil, tarımsal üretim de arttı. Bu, daha çok tahıl, daha çok sığır ve daha çok balık demekti. Bunu belli bir teknik ilerlemeye bağlamak güçtür; bu artış daha çok birbirinden farklı sayısız gelişmenin birikmesinin ve bu gelişmelerin yeni ticaret yolları sayesinde daha kolay yapılmasının bir sonucudur. Tek köklü ve önemli teknik ilerleme matbaanın kullanıma sokulmasıydı; buna bir önceki bölümde değinmiştik. Matbaa,

tek başına ele alındığında, bir üretim yöntemi olmadığı halde teknik ilerlemeleri yaymanın en etkili yollarından biriydi; dönemin henüz başında tarım, bahçecilik, aşçılık ve esnaflık gibi konularda basılan kitap sayısı da buna tanıklık etmektedir.

Tutum ve düşüncelerde hümanist devrim

Rönesans, yalnızca ekonomik koşullar bakımından -yavaş veya hızlı- bir gelişme kaydetmekle kalsaydı eğer, dünya tarihinde bulunduğu yeri alamazdı. Rönesans'ı bilim, sanat ve siyaset açısından önemli kılan, onun bilinçli ve üstelik devrimci bir hareket oluşudur. Entelektüel bakımdan Rönesans, bilginlerden ve sanatçılardan oluşan küçük bir azınlığın eseridir. Onlar, Ortaçağ yaşam tarzına bütünüyle karşı çıktılar ve klasik antikiteye mümkün olduğunca yakın yeni bir tarz yaratmaya çabaladılar. Antik uygarlıkları uzun bir gelenek zinciri aracılığıyla Arap ve skolastik bilginlerin aktardıkları biçimiyle değil ; toprağı kazıp heykeller çıkararak, klasik metinleri kendileri okuyarak, doğrudan -aracısız- tanımak istiyorlardı. Bu da eski Yunan'a geri dönmek; yalnızca Platon ile Aristo'nun değil Demokritos ile Arşimet'in düşünceleriyle de ilk elden tanışmak demekti.

Hümanist hareket aslında İtalya'da, daha 14. yüzyılda Petrarco ve Bocaccio ile başladı. Onların klasik eserlerde değer verdikleri yan, mantık inceliklerinden çok anlatım güzelliği ve soylu duygulardı. Felsefeyle ilgilendikleri ölçüde, Platoncuydular. Hümanist hareket 16. yüzyılda daha dinsel bir havaya bürünerek Fransa'ya ve Kuzey Avrupa'ya sıçradı. Gittiği her yere beraberinde feodalizme özgü hiyerarşi görüşünün reddini ve toplum karşısında daha laik bir tutumu götürüyordu. Bu, dinin ve hatta mistisizmin bile reddi anlamına gelmiyor, vurguyu, Kilise'ye daha az gereksinim duyan kişisel bir dine doğru kaydırıyordu. Eski Roma'daki erkeklere özgü bağımsızlık anlamında, bireyin ve erdemin yüceltilmesi ideal haline geldi. 4.109

Protestan ülkelerde kişisel karar verme hakkı, yani vicdan özgürlüğü ilan edildi. Hümanistler bu ülkelerde Yunanca ve İbranice metinleri yeniden günışığına çıkarıp kendi dillerine çevirerek İncil'in otoritesini daha da güçlendirdiler. St. Peter'in ardıllarının vaazlarına

boyun eğmenin yerini doğrudan Tanrı'nın kelamına duyulan güven aldı. Bütün bunlar, feodalizme boyun eğmeyi reddeden tüccar sınıfına uygun bir ahlak sistemi meydana getiriyordu. Gerçekten de, feodal geçmiş ve onunla birlikte hümanistlerin alay ederek Gotik adını verdikleri mimari, skolastik felsefe, keşişlerin inziva hayatı ve rahiplerin dilenmeleri şiddetle reddedildi. **4.75** Sonunda Katolik Kilisesi bile reform yapmak ve kendi Ortaçağ geçmişinden neredeyse reformcuların istediği ölçüde büyük bir kopuş yaşamayı kabul etmek zorunda kaldı. Şükran doktrini, iman yoluyla kurtuluşa ermenin Roma'daki karşılığıydı. Bir yüzyıl kadar, ahlak yönünden şaibeli olan fakat sanatın yüce koruyucuları konumunda bulunan Papalık, en katı Protestan mezhepleri kadar sert, hatta onlardan daha hoşgörüsüz hale gelecekti.

Zevk, sanat ve para

Rönesans, Katolik ülkelerde olduğu gibi Protestan ülkelerde de geçmişten kesin ve bilinçli bir kopuşu ifade eder. Bu geçmişin büyük bir bölümü kaçınılmaz olarak muhafaza edildiyse de yeni bir yön tutturuldu ve Ortaçağ'a özgü ekonomi, mimari, sanat ve düşünce biçimleri bir daha ortaya çıkmamak üzere kayboldu. Bunların yerini ekonomide kapitalist, sanatta ve edebiyatta klasik, doğaya yaklaşımı bakımından bilimsel olan yeni bir kültür aldı.

Rönesans, geç klasik çağın umutsuzluğu ve onu izleyen [İnanç çağının boyun eğmişliğiyle] karşılaştırıldığında, çalkantılı fakat umut dolu bir dönemdi. Gelecek kaygısı azalmış, yaşanılan ana olan ilgi artmıştı. Bu ilgi, dünyevi sanatlarda –resimde, şiirde ve müzikte– yaşanan hızlı gelişme ile kendisini gösterdi. Bütün anlatım biçimlerinde bedensel hazza dair yeni ve içten bir kabul vardı. Bu dönemin büyük öncüsü Dr. François Rabelais'in (t. 1490-t. 1553) Thelema Manastırı adlı eseri için seçtiği ideal toplumun şiarı, "neyi istiyorsan onu yap" ***4.32*** idi. Teoride insanlar özgürce yaşayıp cesurca düşünüyorlardı; gerçekte ise çok az kişi bunu hayata geçirebiliyordu. Bu yeni yaşam tarzı pahalıydı ve bedelinin peşin olarak ödenmesi gerekiyordu. Para o ana kadar olduğundan çok daha önemli hale geldi.

Bunun doğal bir sonucu olarak da para kazanmaya dair bakış açısı değişti. İşe yaradığı sürece para kazanmak için her yol mübahtı; ister dürüstçe imalat ya da ticaret yoluyla olsun, ister yabancıları haraca keserek ya da faizle borç vererek... Kilise buna karşı çıkabilirdi; fakat itirazlarını dayatacak olursa, Reform'un da gözler önüne serdiği gibi bu Kilise için hiç de hayırlı olmazdı. Büyücülük bile, Faust hikâyesinde gördüğümüz gibi, zenginlik ve kuvvet aracı olarak yeniden ilgi odağı olmuştu. Gerçekten de, doğal büyüyü bilimden ayırt etmek güçtü. *1.43; 4.4*

Zanaatkâr ile bilgin arasındaki yakınlaşma

Teknisyenler ve sanatçılar, paranın kazanılması için olduğu kadar harcanması için de gerekli olduklarından, artık klasik zamanlarda ya da Ortaçağ'da olduğu gibi hor görülmüyorlardı. Süsleme ve sergileme sanatları olan resim, heykel ve mimari, klasik zamanlardaki kadar görkemli olmasa da çok daha özgün bir tarzda serpilip gelişti. Ancak asıl yeni olan, iplik eğirme, dokuma, çömlekçilik, cam yapımı gibi uygulamalı sanatlara ve hepsinden önemlisi, madencilik ve metal işçiliği gibi hem savaş hem de barış dönemlerinin gereksinmelerine cevap veren sanatlara gösterilen saygıydı. Sanat tekniklerine Rönesans'ta klasik zamanlara göre daha fazla değer verilmekteydi; çünkü bunlar artık kölelerin değil özgür insanların elindeydi ve bu insanlar, Ortaçağ'da olduğu gibi toplumsal ve ekonomik bakımdan yeni toplumun egemenlerinden çok daha geri durumda değillerdi. Örneğin, Ortaçağ Floransası'nda sanatçılar ve hekimler baharat tüccarlarına ait loncanın *-Medici e Speciali-* ast üyeleriydiler. Heykeltıraşlar daha aşağıda bulunan duvar ve taş ustaları loncasına bağlıydılar. **4.17** Ancak, 16. yüzyılın başlarında ressamlar ve heykeltıraşlar yaptıkları işin parasını almak için epey ter dökmek zorunda kaldılarsa da papaların ve kralların zevkine hükmeder hale geldiler.

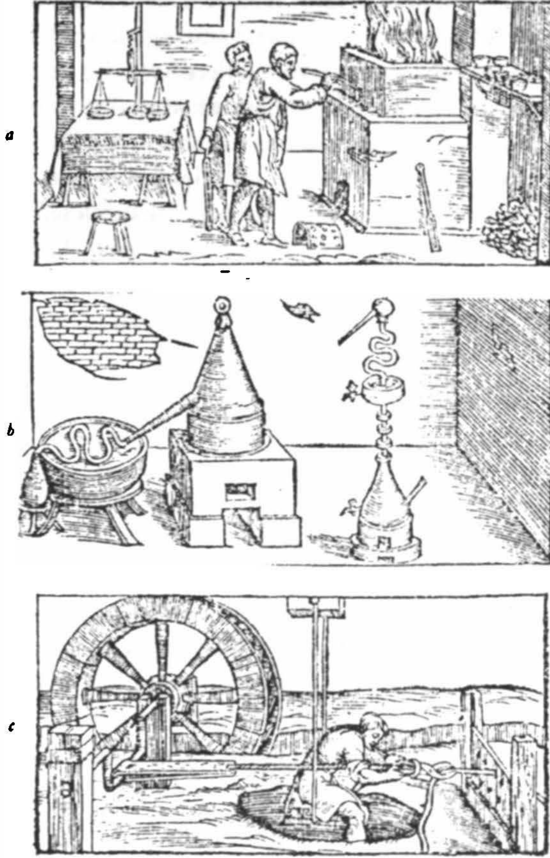
Zanaatkârların konumunun yükselmesi, onlarla bilginlerin gelenekleri arasındaki, ilk uygarlıkların neredeyse başında kopmuş bulunan bağın yeniden kurulmasını sağladı. Her iki tarafın da yapabileceği çok katkı vardı: Zanaatkârlar klasik antik çağın eski tek-

niklerine Ortaçağ boyunca ortaya çıkan yeni aletleri ekleyebilirlerdi. Bilginler de Araplar ve skolastik felsefe aracılığıyla antik Yunan'dan elde edilen dünya görüşlerine, düşüncelere ve belki de hepsinden önemlisi mantıksal tartışma yöntemlerine katkıda bulunarak yeni ve gelişkin hesaplama yöntemleri ortaya koyabilirlerdi. İki yaklaşımın kaynaşması biraz zaman aldı ve önceleri bilgi ile eylemin farklı farklı kısımları aracılığıyla yavaş yavaş yayıldı. Fakat bileşenler bir kez bir araya getirildikten sonra, artık bunun önüne geçmek olanaksızdı; bu, patlayıcı bir bileşimdi. Rönesans'ın entelektüel görevi esas olarak sanat ve doğa dünyasını yeniden keşfetmek ve ona egemen olmaktı.

İncelenen dünya

Rönesans insan yaşamının tüm alanlarını kapsayan betimleyici eserler yönünden çok zayıftı. Rönesans'ın ilgi alanının genişliği, tek başına adeta çağın bir özetini sunan bir adamın; büyük evrensel mühendis, bilim insanı ve sanatçı Leonardo da Vinci'nin eserlerinde görülür. Rönesans'ın en büyük iki başarısından birincisi güneş merkezli gökyüzü sisteminin Kopernik'in *De Revolutionibus Orbium Coelestium* ***4.84*** adlı yapıtında açıkça ortaya konması; ikincisi de, Vesalius'un *De Humani Corporis Fabrica* ***4.109*** adlı yapıtında insan bedeninin ilk kusursuz anatomisinin resmedilmiş olmasıdır. Her iki eser de 1543 yılında yayınlandı. Bunlar dünyaya eski otoritelerin pencerelerinden değil, kendi gözleriyle bakmayı bilen insanlara gökyüzündeki cisimlerin ve insan bedeninin nasıl göründüğünü gösteren ilk çizimlerdi. Bu çizimler, kendi gözleriyle görmeye ve deneyimden öğrenmeye başlayan yeni, laik bir toplum tarafından henüz yolun başındayken ortaya konmuş ve benimsenmiştir. Daha sonraları, bu yeni görüşün siyasal sonuçları açıkça görülmeye başlandığında, otorite korkuya kapılarak onu bastırmaya çalıştıysa da artık iş işten geçmişti.

Bu büyük eserleri, antik çağlarda ihmal edilen çeşitli sanat ve doğa alanlarında verilen pek çok eser izledi. Biringuccio'nun (1480-1539) metal ve cam işçiliği ile kimya sanayisini anlatan *Pyrotechnica*'sı ***4,91*** bunlara bir örnektir. Yine, George Bauer'in *Agricola* (1490-



Şekil 8: Rönesans Bilimi ve Teknolojisi

a. Ufak potalarıyla deneycilerin laboratuarları

Bilinen ağırlıkta maden cevheri saf kurşunla karıştırılıyor. Bu karışım, ocaktaki maden posasıyla tutuşturuluyor. Ortaya çıkan parlak gümüş boncuk tartılarak maden cevherinden metale dönüşen miktar hesaplanıyor.

b. Kuvvetli esans üretmeye yarayan imbikler

Sağda, zayıf esansların soğutulduğu ve geri gönderildiği geri akış kondansatörü (yoğunlaştırıcı); solda, büyük bir leğen içine konmuş suya daldırılmış helezoni kondansatörü bulunan esans imbiği.

c. Mekanik tel örme

Bir su türbini, her yarım dönüşte teli örgü plakası üzerine saran bir kolu çevirir.

Biringuccio'nun Pirotechnia'sından

1555) *De Re Metallica'sı* ***4.14*** belki de o ana kadar yazılmış en iyi teknik incelemeydi; çünkü yalnızca mineralleri ve madenleri değil, madenciliğin uygulamasını ve hatta ekonomisini de anlatır. Daha sonra Gesner (1516-1565), Rondelet (1507-1566) ve Belon (1517-1564) gibi yazarların, gerek eski gerek yeni dünyanın bitki ve hayvanları üzerine olağanüstü yetkinlikte betimlemeler içeren kitapları yayınlandı. ***4.44; 4.21*** Bunlara, keşfedilen yeni toprakları anlatan çok sayıda eser de eklenebilir. Bunlar arasında, yeni bulunan kıtaya (yeni dünyaya) yersiz bir biçimde ismi verilen Amerigo Vespucci'nin 1504'te yayımlanan *Mektuplar*'ı ve Pigafetto'nun, Macellan'ın 1519-1522 yılları arasında dünyanın çevresini dolaştığı yolculuk hakkında yazılan ilk eser olan kitabı da bulunmaktadır.

Bilimsel Devrim'in başlangıç evresi, yapıcı düşünce döneminden çok bir tanım ve eleştiri dönemidir. Yapıcı düşünce daha sonra gelecektir. Önce geniş ufukların keşfedilmesi ve eski düzene meydan okunması gerekiyordu. Sanata ve tekniğe gösterilen yoğun ilgi, yeni bilimin ilerlemesi için gerekli olan olumlu dürtüleri ve maddi araçları sağladı. Dini tartışma ve çatışmalar Ortodoksluğun temellerini sarstı ve az da olsa birtakım insanların özgürce düşünmesine olanak tanıdı. Bireysel yargı ve sorumluluktan kaynaklanan yeni dinsel tutumlar da, bilimin doğuşunu sağlayan aynı ihtiyaçtan doğdu. Bunlar, kapitalist ekonominin zaferi için gerekli temel önkoşullardır. Rönesans yaşamı içinde bilimin konumunu ve etkisini ele almadan önce, bu evrede bilimi etkileyen en önemli faktörlerden söz etmek gerekir. Bunlar esas olarak sanat ve teknik, özellikle de mühendislik ve denizcilik tekniğidir.

7.2. SANAT, DOĞA VE TIP

Rönesans sanatı

Edilgen ve kayıtsız düşünmeye karşı görsel sanatların ve el sanatlarının yüceltilmesi, Rönesans'ın ilk karakteristik özelliğidir. Resmin, heykelin, mimarinin ve müziğin Ortaçağ boyunca serpilip geliştiği doğrudur. Bunlar, klasik çağa özgü pek çok tekniğin, özellikle de kimya ve metal işlemeciliği tekniklerinin aktarılmasını sağlamış-

lardı. Ancak bu sanatlar, alçakgönüllü zanaatkârlar veya keşişler tarafından Kilise hizmetlerinde ve bazen de şövalyecilikte, belirli bir amaç doğrultusunda birer araç olarak kullanılmaktaydı.

Sanat Rönesans'ta toplumsal ve ekonomik bakımdan farklı bir önem taşımaktaydı. Sanata, özellikle de resme önceki çağlara oranla daha fazla para harcanmakla kalınmıyor, sanat ilk kez somut olarak değer taşıyordu. Nerede yeni tüccar prensler ortaya çıksa, sanatçılar onlara hizmet etmek için oralara yöneldiler -önce İtalya'ya, ardından Burgunary, Flonders ve Yukarı Almanya'ya. Zenginlerin yeni yaşam tarzını ortaya koyacak daha göz alıcı ve etkileyici biçimlere doymak bilmez bir talep vardı. Böylece, sanatçının toplumsal konumu da yükseldi. İtalya'nın pek çok kentinde üniversite ve laboratuvar olarak da kullanılan atölyeler kuruldu. Sanatın kendisi de geleneksel yanını korumakla birlikte, bilinçli ve bilimsel hale geldi. Sanatçılar saptadıkları yeni sorunları önlerine koydular; bunlara maddi ve entelektüel çözümler getirdiler. Tarihte o ana dek görsel sanatlar bilimin gelişiminde böylesine etkili olmamışlardı. Bunun, bilim tarihindeki en önemli dönüşümün başlangıcına denk düşmesi tesadüf olmasa gerek.

Perspektif ve görüş

Sanatçılar bilimin kuruluşuna esas olarak görüşün ve *perspektif*in geliştirilmesi doğaya, özellikle de insan bedeninin *anatomi*sine gösterilen ilgi ve bunların gerek sivil gerek askeri mühendislikte uygulanmaları ile yardımcı oldular. Leonardo da Vinci, tüm zamanını bu uğraşlara adamıştı; en ünlüsü o idiyse de bunu yapan tek kişi değildi.

Rönesans sanatının ilk manifestosu, Leon Battista Alberti'nin (1404-1472) 1434'te yayımlanan *Trattato del la Pittura*'sıydı. Alberti, Floransalı zengin bir ailenin siyasal nedenlerle sürgünde bulunan oğluydu. Buna rağmen kendini sanata adamayı veya el işçilerinden bir şeyler öğrenmeyi küçümsemiyordu: "Herkesten bir şeyler öğrenmeye çalışırdı; meslekleri hakkında kimsenin bilmediği incelikleri bilebilecekleri ya da meslek sırları olabileceği düşüncesiyle demircilerle, inşaat ustalarıyla, gemi yapımcılarıyla ve hatta ayakkabıcılarla sohbet eder; onlara danışırdı. Ağızlarından laf alabilmek için çoğu kez ken-

dini cahil gibi gösterirdi." *4.15* Alberti, onbeşinci yüzyılın başlarında Brunelleschi tarafından bulunan biçimsel perspektifin ilk savunucularındandı. Ona göre resmin temel amacı, üç boyutlu cisimleri iki boyutlu olarak gösterebilmekti. Bu nedenle tüm ressamların geometriyi çok iyi bilmelerini isterdi. Kendisi de manzara resimleri için karanlık oda (*camera obscura)* gibi optik yardımcılar, görüş alanının grafiğini çizmek için de dikdörtgen koordinatlar ağı kullanırdı. Masaccio, Piero della Francesco ve Montegna gibi sanatçıların bu programı yaşama geçirmeleri sayesinde üç boyutlu uzay kavramının metrik ifadesi, Rönesans döneminde neredeyse sezgisel bir klişe halini aldı.

Leonardo da Vinci resmi bir bilim olarak nitelendirdiğinde, yalnızca yaygın bir görüşü dile getirmiş oldu. *Paragone* *4.114* adlı yapıtıyla birlikte yayınlanan resim üzerine incelemesinde, kesin bir dille şunları söyler:

> Resim bilimi, cisimlerin yüzeydeki renklerini ve bu cisimlerin biçimlerini; göreceli yakınlık ve uzaklıklarını; uzaklık arttıkça bunun gerektirdiği küçültme derecesini inceler. Dahası bu bilim perspektifin, yani görsel ışınlar biliminin anasıdır.

Resim sanatını yarı mekanik diye mahkûm edenlere ise, Platon ile kesin olarak çelişecek biçimde şu yanıtı verir:

> Tıpkı tasarımcının zihninde doğan fakat elle gerçekleştirilen işlemler olmaksızın tamamlanamayacak olan resim gibi, astronomi ve diğer bilimler de zihinde başladıkları halde el işlemlerini gerektirirler. Resmin bilimsel ve gerçek ilkeleri ... yalnızca zihinde anlaşılır ve el işlemlerini gerektirmezler; bu ilkeler tasarımcının zihninde yer eden resim bilimini oluşturur. Buradan da, değeri kendinden önce gelen tasarı ya da bilimden çok daha üstün olan gerçek yaratı doğar.

Doğa ve insan

Rönesans, sanatta *gerçekçilik* akımının zaferine tanık oldu. Klasik sanat, hatta ondan da öte Bizans sanatı, geleneksel sembolizm yoluyla etki sağlama ve ideal biçimler üzerinde yoğunlaşmıştı. He-

nüz Ortaçağ'da doğudan esinlenilen biçimler, yapraklar ve hayvanlar olarak resim fonlarında yer almaya başlamıştı. Rönesans aynı gerçekçiliği, resimlerin ana teması olan insan figürlerine de ekledi. Tüm bunlar vahşi doğanın -dağların, kayaların, çiçeklerin, hayvanların ve kuşların- son derece ayrıntılı bir biçimde gözlemlenmesini gerektiriyordu; böylece, artık kitaplardan ve mantıktan çıkarsanmayan bir jeolojinin ve doğa tarihinin temellerini de atmış oldu. Hepsinden önemlisi, jest ve mimiklerin altında yatanmekanizmayı bulmak için, insanın kendi *anatomi*sine gerek duyuyordu. Rönesanssanatında biçimsellik ne kadar önemliyse izlenimciliğe] o kadar uzaktı. Alberti, ressamlara önce kemikleri, sonra bu kemikleri saran eti ve ancak en sonunda figürü kapsayan giysiyi göz önüne almalarını öğütlüyordu. Leonardo uygulamalarında ve yargılarında daha da ileri gitti. Duran bir figürü çizmekten hareket halinde olanı çizmeye, dolayısıyla *fizyolojiye* ve *dinamiğe* geçti. Hareket halindeki insanları veya hayvanları çizmek, ona göre yalnızca amaca götüren bir araç, harekete can veren ruhun ya da özün dışavurumuydu. Bütün bunlar, beynin ve iç organların anatomisinin derinlemesine incelenmesini gerektiriyordu. Leonardo'nun çizimlerinin bugün bile aşılamamış olmasının nedeni budur. Harvey'in kan dolaşımını bulmasına yol açan yeni anatomi, doktorlara olduğu kadar sanatçılara da çok şey borçludur.

Rönesans tıbbı

Rönesans'ın, tıbbı merkez alan biyolojik araştırmalara yaptığı büyük katkıyı burada ele almak uygun olur. İtalyan üniversitelerine bağlı tıp fakülteleri, bu üniversitelerin genel kısırlığının ve aydınlanma karşıtlığının[obskürantizm, ç.n] dışında kalabilmiş en önemli istisnalardır. Özellikle Padua Üniversitesi'nde tıp fakültesi çok büyük bir saygınlık kazandı ve en parlak beyinleri bünyesinde topladı. Bu durumun, uygulama alanında tıbba çok fazla yardımı dokunamadı; çünkü hastalıklarla savaşta bilimden etkili bir biçimde yararlanmak için gerekli kimya ve biyoloji bilgisine ulaşmak için yüzyılların geçmesi gerekiyordu. Bununla birlikte, fakültenin doğa bilimlerinin gelişmesine çok büyük katkısı oldu.

İtalyan hekimler ve tıp okumak için İtalya'ya gelen çok sayıda yabancı öğrenci yalıtılmamıştı; sanatçıların, matematikçilerin, astronomların ve mühendislerin arasına özgürce karışıp onlarla kaynaşmışlardı. Aslında pek çoğu doğrudan bu meslekleri de öğrenmekteydiler. Örneğin Kopernik, bir idareci ve iktisatçı olmasının yanı sıra tıp öğrenimi de görmüş ve hekimlik yapmıştı. Avrupa -özellikle de İtalyan- tıbbına kendine özgü betimleyici, anatomik ve mekanik yeteneği kazandıran, işte bu bağlardır. İnsan vücudu parçalara ayrılıyor; her yönüyle inceleniyor, ölçülüyor, kayda geçiriliyor ve son derece karmaşık bir mekanizma olarak açıklanıyordu. Bu açıklama fazlasıyla basitti; organların işlevi ve gelişimi hakkında bugün bildiklerimizin pek çoğu o gün bilinmiyordu -bilinemezdi de. Yine de, çağdaş anlamda doğrudan gözleme ve deneye dayalı bir *anatomi, fizyoloji ve patoloji* (bu son iki terimi büyük Fransız hekimi Jean Fernel'e -1497-1558- borçluyuz) kurulabildi ve klasik otoritenin büyülü geleneğinin egemenliği kırılmaya başlandı.***4.37***

Bu çalışmalar, insan vücudundaki bütün organların eksiksiz bir betimlemesini sunan, Andreas Vesalius'un büyük yapıtı *De Humani Corporis Fabrica*'sında özetlendi. Yine de bu yapıt, Galen'in klasik tablosunun ciddi bir eleştirisinden yoksundu ve kötü bir fizyolojinin hizmetindeki iyi bir anatomi idi. Buna rağmen, Andreas Vesalius'un 1537'de Padua'da kurduğu okul Harvey'e kadar uzanan pek çok anatomici yetiştirdi. Vesalius, İmparator V. Charles'in hekimi oldu. İmparatorun rakibi Fransa Kralı I. Francis'in yanında ise cerrah olarak, pek çok konuda Vesalius'la ters düşen Ambroise Paré (1510-1590) bulunuyordu. Paré alaydan yetişme gerçek bir zanaatkârdı; eğitim görmemişti, kendi gözleriyle görüp kendi elleriyle yaptıklarını halk Fransızcasıyla yazıya dökerdi. Yaraların, özellikle de dönemin ölüm saçan savaşlarında yaygın olarak karşılaşılan kurşun ve şarapnel yaralarının tedavi yöntemini tepeden tırnağa değiştirdi.

Mühendisler: Leonardo da Vinci

Sanat, mimarlık ve mühendislik meslekleri Rönesans döneminde birbirinden ayrılmış değildi. Sanatçı, kendi veya prensi tarafından

bir heykel dökmeye, bir katedral inşa etmeye, bir bataklığı kurutmaya ya da bir kenti kuşatmaya çağrılabilir veya kendisi bu işlere talip olabilirdi. Usta bir zanaatkâr olması; elindeki malzemenin özelliklerini ve onu nasıl kullanacağını bilmesi gerekirdi. Rönesans sanatçısı bütün bunları ve daha fazlasını bilmek zorundaydı. Antikiteyi bilinçli bir biçimde taklit ederken işin içine yavaş yavaş geometriyi ve mekaniği de sokması gerekiyordu. İşte bu alanda, üstün bir sanatçı ve doğa araştırmacısı olan Leonardo da Vinci büyük yeteneğini ortaya koydu. Örneğin, Milano Dükü'ne kendini tanıtırken birtakım askeri icatlarını ve hünerlerini sayar ve sonunda şunu ekler: "Kim olursa olsun herkes kadar iyi resim yapabilirim." ***1.3*** Tuttuğu notlar, metal işçileri ile mühendislerin işlemlerini nasıl yakından incelediğini ve ilk büyük *mekanik* ve *hidrolik* ustası olduğunu gösterir. Leonardo'nun en büyük girişimi, başarısızlığa mahkûm olmasına karşın *mekanik uçuş* denemesiydi. Kuşlar üzerine gözlemlerini yaptığı modeller, hesaplamalar ve tam ölçekli denemelerle birleştirmesi, gerçek bir mühendislik harikasıydı.

Un değirmeninden, taşınabilir kanal açıcıya kadar Leonardo'nun tasarlayıp çizdiği sayısız mekanik aygıt incelendiğinde, onun dehasının bir başka trajik yanı daha ortaya çıkar. **4.9** Leonardo, hemen her türlü amaç için bir makine icat edebilir, bunları başka herkesten -karşılaştırılamayacak ölçüde- iyi çizebilirdi; ne var ki bunları yapacak parayı bulmuş olsaydı bile bu makinelerin hemen hiçbiri işlemeyecekti. Nicel bir statik ve dinamik bilgisi olmadan, buharlı makine gibi bir ilk-devindirici kullanılmaksızın, Rönesans mühendisinin geleneksel pratiğin çizdiği sınırların ötesine geçmesi bile imkânsızdı. Leonardo makinelerin gelişmesine etkide bulunmaktan çok, bilginler dünyasına doğanın işleyişinin makinelerle açıklanabileceği düşüncesini kazandırdı.

Leonardo da Vinci'nin yaşamı ve eserleri, Rönesans'ın hem umutlarını hem de başarısızlıklarını yansıtır **4.22**. Sahip olduğu çok yönlü yetenekler, bir ressam olarak eğitim gören Leonardo'ya genç yaşta, İtalyan sanatının en parlak döneminde, büyüklerin himayesini sağladı. Fakat kendisi resim çizmekle tatmin olmuyordu. Aynı zamanda, çizdiği şeylerin ve bunları kendisine gösteren ışığın do-

ğasını da anlamak istiyordu. Optik, anatomi, hayvanlar, bitkiler ve kayalar üzerine pek çok inceleme yapmasının nedeni budur. Ayrıca, hareketin ve kuvvetin önemi de onu derinden etkilemekteydi. Düşüncelerini yaşama geçirebilmek için, dönemin en güçlü hükümdarı olan Milano Prensi Ludovico il Moro'nun hizmetine girdi; ne var ki prensin üzerine savaşın gölgesi çökmüştü. Leonardo orada çok az şey başarabildi. 1499'da Milano'nun düşmesinin ardından, bir gezgin gibi oradan oraya dolaşmak zorunda kaldı. Bir süre Cesare Borgio'nun seferlerine onunla birlikte katıldı; sonra Floransa kentinin ve Papa'nın hizmetinde bulundu. Ömrünün son günlerini bir sürgün olarak I. Francis'in yanında geçirdi.

Leonardo hayatı boyunca doğanın ve toplumun temellerini derinden kavramaya, ona nüfuz etmeye çalıştı. Bu çabasında üniversite eğitimi almamış olmasının, dolayısıyla da unutmak zorunda olduğu hatalı bilgilerin azlığının yararını gördü. Ne var ki tam da aynı nedenden ötürü, düşüncelerini sonuna kadar götürmek ve başkalarını ikna etmek için gerekli sistematik anlayıştan ve yeterli matematik bilgisinden yoksundu. Arkasında bir okul bırakmadı; bir yol göstericiden çok bir esin kaynağı oldu.

Rönesans teknolojisi

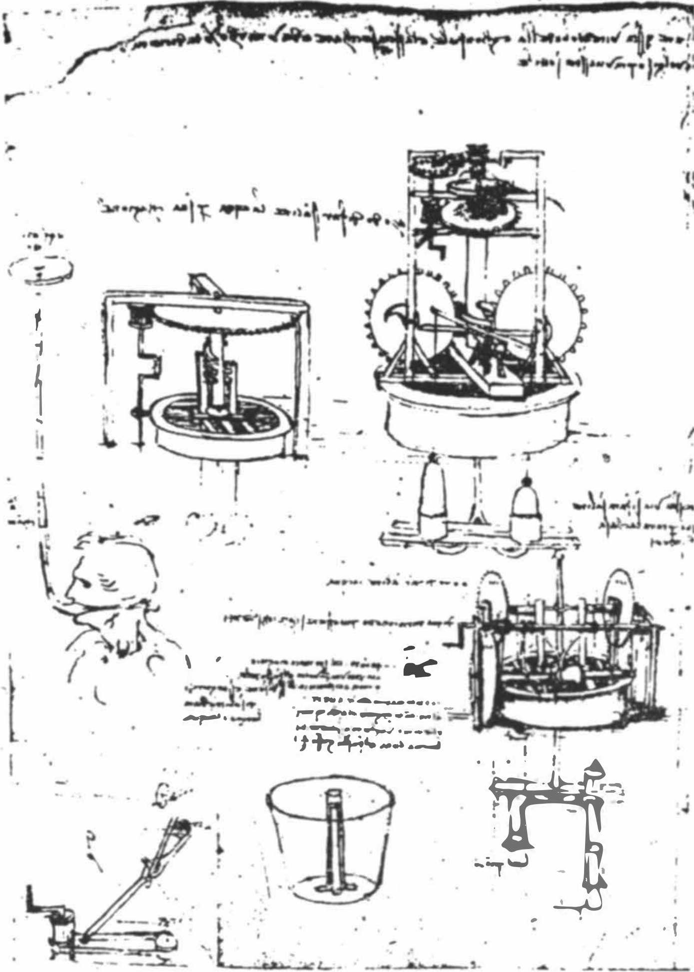
Rönesans teknolojisinin en fazla ilerleme kaydettiği alanlar, birbirlerine yakından bağlı olan madencilik, metalurji ve kimyaydı. Madene duyulan ihtiyaç önce Orta Almanya'da, sonra Amerika'da hızla maden ocaklarının açılmasına yol açtı. Alman maden ocakları kapitalist üretimin fidanlığıydı. Ortaçağ boyunca madencilik genellikle tek kişiye ya da az sayıda ortağa ait bir dizi riskli işletmede, "özgür madenciler" tarafından yapılırdı. Bunlar, çıkaracakları madenleri de kendileri arıyorlardı. Kral ya da prens tarafından vergilendirilir ve ufak tefek feodal müdahalelerden korunurlardı4,106. Zamanla büyük ölçekli madencilik yapmak için *şirketler* halinde birleştiler ve gelirlerini *hisselere* böldüler. Daha 15. yüzyılda, giderek artan malıyeti karşılamak için para sağlayan sessiz ortaklar bu hisseleri ele geçirmeye başladılar. Maden ocakları daha derinleştikçe, pompalama ve çekme donanımı daha

da gerekli hale geldi. *De Re Metallica*'nın yazarı Agricola, resmi olarak Saksonya'daki Bleiberg (Kurşun Tepe) bölgesinde maden hekimiydi; ama aynı zamanda en kârlı ocaklardan birkaçında hisse sahibiydi. Güç aktarımı ve pompalama konularında kazanılan deneyim, Bilim ve Sanayi Devrimleri'nde çok çeşitli etkilerde bulunacak olan mekanik ve hidrolik ilkelere yönelik yeni bir ilginin başlangıç noktası oldu. Almanya'da din savaşlarıyla birlikte madencilik gerilemeye başlayınca, Alman madencileri ve metalurjistler İspanya'ya, Yeni Dünya'ya ve en önemlisi de İngiltere'ye dağıldılar. İngiltere'de, bu ülkenin gelecekte elde edeceği zenginliğin teknik temellerini attılar.

Metalurji ve kimya

Maden eritme, gerçek bir kimya okuluydu. Geniş alanları kapsayan madencilik, kaçınılmaz olarak yeni maden cevherlerini, hatta *çinko*, *bizmut* (altın madeni), *kobalt* (bu sözcük "maden cini" anlamına gelen kobold'dan türemiştir) ve *kupfer nikel* (yalancı bakır) gibi yeni metalleri günışığına çıkardı. Bu madenleri ayrıştırma ve işleme yöntemleri analoji yoluyla bulunmak ve acı deneyimlerle düzeltilmek zorundaydı. Bu yapılırken aynı zamanda yükseltgenme ve indirgenme, damıtma ve amalgamlaştırma(cıva ile karıştırma) dahil olmak üzere genel bir kimya teorisi, başlangıçta dolaylı bir şekilde de olsa biçimlenmeye başladı. Değerli bir metal içindeki maden cevherinin ayarını saptama girişiminde bulunmak, madeni küçük fakat belirli bir ölçek üzerinden eritmekten ibarettir. Bu işlem, kimyasal *deney* ile kimyasal *çözümlemenin* temelini oluşturdu.

Yeni madenlerin bolluğunun bunlarla uğraşan insanlar üzerinde çoğunlukla olumsuz, bir kısmı da olumlu fizyolojik etkilerde bulunması kaçınılmazdı. Söz gelimi, maden bölgelerindeki genç kızlar ciltlerini güzelleştirmek için arsenik kullanıyorlardı. Metal alaşımlar, insan vücudu üzerindeki şiddetli etkileri nedeniyle tıpta kullanılmaya ve geleneksel şifalı otlardan yapılma ilaçlara duyulan güveni kırmaya başladı. Özellikle, şifalı otların bir işe yaramadığı frenginin -Kolomb'un denizcilerinin yanlarında getirdikleri bu korkunç hastalığın- tedavisinde cıvanın kullanılmasının tartışılmaz bir etkisi oldu.



Şekil 9: Rönesans Teknolojisi: Leonardo da Vinci

Makineler için taslaklar, iki taraflı çalışan emme-basma tulumbalar, kesilmiş vidalar ve spiral mil sürücüler için ustaca hazırlanmış aletler görülüyor.

Paracelsus ve ruhlar doktrini

Antikitenin büyük doktoru Celsus'tan üstün olduğunu vurgulamak için kendisine Paracelsus adını veren Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541) yeni iatro-kimyacılar (kimyacı hekimler) okulunun taşkın, ateşli kurucusuydu. Galen'in ve İbn-i Sina'nın kitaplarını Basel pazar meydanında herkesin gözleri önünde yaktı ve doğrudan deneyimin her türlü otoriteden üstün olduğunu gerçek bir protestan ruhu ile ilan etti. Paracelsus her ne kadar Araplar ve Raymond Lulltarafından aktarılan eski simya geleneklerinden yararlanmış olsa da bunları dönüştürmeyi ve yönlerini değiştirmeyi başardı. Birbirine karşıt oldukları bilinen *kükürt* ve *cıva*'ya nötr tuzu ekleyerek Aristo'nun dört unsurunakarşı *tria prima*'yı [ilk üçlü] ortaya attı. Bu önerme, Paracelsus'un altının peşinden koşmaktan vazgeçip sağlığı araştırmaya koyulan *spagirik* [*spagyric*] kimya sanatının temelini oluşturdu.

Paracelsus, açık yüreklilikle animistik [canlıcı] bir kimya anlayışını benimsedi. Bütün kendi kendine hareket eden veya yaşayan nesneler hakkında öne sürülen görünmez etkenlerin işbaşında olduğu doktrini, doğuşu belki de Taş Devri'ne kadar uzanan insanlığın en eski düşüncelerinden biridir. Bu düşünce, her hayvana doğumla gelen ve ölümle yok olan *nefes* ile ilintilidir. Dilimizdeki [İngilizcedeki] diğer dillerden aldığımız pek çok sözcük bu düşüncenin ne kadar dallanıp budaklandığını gösterir: Animal [hayvan – kökeni Latince "nefes" anlamındaki "anima" sözcüğüdür; animal "nefes alan" demektir], afflatus [soluk], aspiration [solunum], ghost [hayalet], inspiration [ilham], psyche [can, hayat, ruh], spirit [ruh], soul [ruh] vs. Havanın kendisi de bir tür ruh, onun vücut içindeki işlevi ise hava kabarcıklarında görüldüğü gibi etkin bir fermentasyon olarak kabul edilmekteydi. Çok önemli bir kimyasal işlem olan damıtma, esas olarak kaynayan sıvıdan çıkan görünmez ruhların yakalanması olarak anlaşılıyordu. Söz konusu ruhların gerçekten çok güçlü oldukları, damıtılmış içkiler içildiğinde ortaya çıkan sonuçtan da apaçık görülmekteydi.

Galen fizyolojisine göre bedenin bütün işlevleri belli başlı birkaç

ruh tarafından yerine getirilirdi: Karaciğerde bulunan bitkisel ruh ya da doğal ruh yiyeceklerin sindirilmesinden sorumluydu; kalpteki can verici nefesle buluşunca, atardamarlar yoluyla vücudun her tarafına yayılan, yaşamsal ruh haline geliyordu. Beyin karıncıklarında ise, sinirlerden geçerek bütün vücuda hareket veren hayvanî ruh halini alıyordu. Paracelsus, Galen'i reddetmesine karşın, onun ruh anlayışını benimserken daha rahat davranıyordu. Tam da yönetici meleklerin göksel cisimlerden kovulduğu bir zamanda Paracelsus ruhların-*archæi*, madenleri gözeten küçük kobold cinleri gibi- mideyi, karaciğeri ve kalbi yönettiklerini tasavvur ediyordu. Her şeye rağmen, kimyanın kendine özgü karmaşıklığı nedeniyle 18. yüzyıldaki kimya devrimine kadar bu bilimin ilerletilmesinde en büyük başarı, rasyonel ve mekanik yaklaşımdan çok, sezgiye ve hayal gücüne dayalı bu yaklaşıma aittir; Paracelsus'a gelince, o da çağdaş kimyanın kurucusu olarak tartışılmaz bir yere sahiptir. Hatta *archæi*leri bile, üstelik onun tasavvur ettiğinden çok daha fazla sayıda, çağdaş biyokimyanın enzimleri olarak yeniden ortaya çıktılar.

Rönesans kimyacılarının ilgilendikleri maden cevherleri yalnızca minerallerden ibaret değildi. Bernord Palissy (1510-t. 1590) gibi bazı kimyacılar, Avrupalı çömlekçilerin teknik bakımdan Persli çömlekçileri yakalamaya başladıkları bir sırada, çömleklere yeni bir parlaklık kazandırmak için toprağı incelemekteydiler. Çin porselenleri ya da bugün de hâlâ söylediğimiz gibi "çini"leri yapabilmeleri içinse daha çok zaman geçmesi gerekiyordu. Kumaş ve deri sanayisinin ana maddelerinden olan şapa gösterilen ilgi, ekonomik bakımdan çok daha büyük önem taşımaktaydı. 1462'de ilk kimya tröstü Societas Aluminum'u kuran papalığa, sahip olduğu şap madenleri nakit para sağlıyordu. 3.38Ne var ki papalığın şapları pahalıydı; bu alandaki tekelini cehennem ateşi tehdidiyle zorlama çabası ise Kuzeyli kumaş imalatçılarının Reform'u destekleme nedenlerinden biri olacaktı. Papaların St. Peter binasının masraflarını çıkarmak için bastıkları ve Luther'in Roma'ya meydan okumasına yol açan ünlü günah bağışlama kararlarına (endüljans) baktığımızda, endüljansın bile bağışlayamayacağı birkaç suçtan birinin rakiplerin sattığışapın satın alınması olduğunu görürüz.

Kimya alanında bir başka önemli gelişme de damıtma sanatında oldu. Bu öylesine büyük ve kapsamlı bir gelişmeydi ki, damıtma işleri 18. yüzyıla gelinceye dek önemli bir değişime uğramadı. Alkollü içkiler Avrupa'da bol miktarda tüketilmesinin yanı sıra, cahil vahşilerin kandırılıp topraklarının ve hatta bedenlerinin teslim alınmasında baruttan hemen sonra ikinci sırada yer alıyordu. Rönesans'ın sonlarında kimya laboratuvarları, ocakları ve fırınlarıyla, imbikleri, damıtma aygıtları ve terazileriyle önemli bir değişim geçirmeksizin günümüze kadar gelen bir biçim almışlardı (Şekil 8).

7.3. DENİZCİLİK VE ASTRONOMİ

Yolculuk ve keşifler

Madencilik alanındaki teknik gelişmelerin bilime çok büyük katkısı olduğu halde kendileri bilime çok az şey borçludur. Bütün dünyayı Avrupa'nın kapitalist girişimciliğine açacak olan açık deniz seferlerinde ise durum bunun tam tersiydi. Bu seferler, astronomi ve coğrafya bilimlerinin ihtişamın ve kârın hizmetinde ilk kez bilinçli olarak uygulanmasının ürünüdür. İtalyan ve Alman kentlerinin -Venedik, Cenova ve hatta kıyı kentleri olmayan Floransa ve Nürnberg'in- geniş çaplı ticaretleri ile teorik alanda başı çekmeleri doğaldı. 13. yüzyılda Marco Polo ve Rubriquis gibi eski gezginlerin raporları ile yakın zamanlarda yapılan okyanus aşırı seferlerin sonuçları sayesinde güne uyarlanan Yunan coğrafyası yeniden canlanmış ve kapsamı genişlemişti. Bunun yanı sıra İtalyanlar ve Almanlar astronominin denizciliğe uygulanmasında ilerleme gösterdiler; denizcilerin yararlanabilecekleri doğru ve basit astronomik tablolar ile üzerine rotanın çizilebileceği haritaların hazırlanması yolunda sürükleyici oldular.

İşin pratik yanı esas olarak Portekizli ve İspanyol denizcileri ilgilendiriyordu. Onların Haçlı Seferleri adı altında gösterdikleri son çabalar aslında şeker plantasyonları, köleler ve altın elde etmek amaçlı girişimlerdi. Teori ve pratik, denizci prens Henry'nin (1415-1460) Sagres'teki sarayında buluştu. Burada Mağribli, Yahudi, Alman ve İtalyan uzmanlar deneyimli Atlantik kaptanlarıyla yeni seferler üze-

rine görüş alışverişinde bulunuyorlardı. Alphonsine'in astronomi cetvelleri, Peurbach (1323-1460) ve Nürnberg'de çalışan öğrencisi Regiomontanus tarafından gözden geçirilip yeni baştan düzenlendi. Regiomontanus daha sonra Albrecht Dürer'i asistanlığına alacaktı. Peurbach ve Regiomontanus bu çalışma sırasında eski Batlamyus sistemini kullandılar; fakat hesaplamaları, Levi ben Gerson'un trigonometrisininyardımıyla basitleştirdiler. Böylece, Ortaçağ boyunca matematik alanında gösterilen çabaları atlayarak Arap matematiğine geri dönmüş oldular. Bu cetvel ve yöntemler, Gerson'un çapraz-gönderliyle donanmış bulunan okyanus denizcilerinin kolaylıkla kullanabilecekleri durumdaydılar. 15. yüzyılın sonlarında, Türkler'in doğu ticaretini tamamen tekelleri altında tutması, Hint Okyanusu'na Kızıldeniz dışında başka bir yolla ulaşma düşüncesini çekici kılıyordu. Teorisyenler iki alternatif rotadan söz ediyorlardı. İlk akla geleni Afrika'nın etrafından dolaşmaktı; ki bu adım adım gerçekleştirilebilecek bir girişimdi. Portekizliler bunu tercih ettiler. Hindistan'a ulaşmak 1497'yi bulduysa da, Vasco de Gama 1488'de Afrika'nın etrafını dolaşan bu yolu aşmayı başardı. Bunun başarılabileceğini önceden kesin olarak kestirmek olanaksızdı; zira kıtanın Güney Kutbu'na kadar uzanması ihtimali vardı. Bununla birlikte, bu yolun daha önce Kartacalılar tarafından aşıldığına dair destanlar işitilmişti. Üstelik yolculuk tamamlanamasa bile yol boyunca zengin ganimetler elde etme olasılığı da yabana atılamazdı.

Kristof Kolomb ve yeni dünya

Astronomlar ve Floransalı Toscanelli (1397-1482) gibi teorik coğrafyacılar arasında enine boyuna tartışılan diğer proje, Batı'ya doğru yelken açarak daha önce hiç aşılmamış olan okyanusu geçerek yuvarlak dünyanın öteki tarafındaki Çin'e ulaşmaktı. Fakat böylesi bir varsayım üzerinde tartışmakla bu tasarıyı hayata geçirmek üzere denize açılmak bambaşka şeylerdi. Yaygın kanıya göre bu işe kalkışan denizcilerin başına her iş gelebilirdi. Ömürlerinin sonuna kadar denizde kalabilirler ya da dünyanın kıyısına gelip oradan dışarı düşebilirlerdi. Hiç kimsenin öngörmediği tek şey, yol üzerinde yeni

bir kıtanın olabileceğiydi. Bu işe girişmeye istekli olan adam, daima gemicilerin kralı, kâşiflerin en talihlisi olarak görüldü; "A Costilla y a Leon, Nuevo Mundo dió Colon".[Castilla'dan Leon'a, Yeni Dünya Kolomb'a sunuldu] Oysa bu iş ona dertten başka hemen hiçbir şey kazandırmadı. Doğrusu Kolomb, ne bir bilim insanıydı ne de yapmaya çalıştığı iş konusunda berrak bir düşüncesi vardı. **4.49** Sahip olduğu tek şey, okyanusu aşarak yeni adalar keşfedebileceğine, hatta Cathaya'ya [yani Çin'e] ulaşabileceğine dair neredeyse mistik bir inançtı. Daha doğrusu, kendisinin "Yeni bir cennet ve yeni bir gökyüzü" kehanetinin gerçekleştirilmesiyle görevlendirilmiş, bu iş için özel olarak seçilmiş bir taşıyıcı -Christophoros, İsa'nın taşıyıcısı- olduğuna inanıyordu. Kısmen dini, kısmen bilimsel olan bu uzak görüşlülük, beş parasız bir adam olan Kolomb'a sonunda bu iş için gerekli parayı bulma gücünü verdi. Kolomb on yıl boyunca Portekiz, İspanya, İngiltere ve Fransa saraylarında bu düşüncesinin tellallığını yaptı. Ne var ki uzman kurulları her defasında onu geri çevirdiler. Sonunda, ancak dolaylı aracılar sayesinde yüz tonluk bir gemi ve iki filika ile denize açılma izni aldı. Aynı zamanda, kendisine Okyanus Denizlerinin Amirali unvanını veren ve yeni topraklar keşfetmesi durumunda büyük imtiyaz hisseleri sağlayacak olan bir sözleşme yaptı. Portekizlilerin Afrika'nın etrafındaki başarılı seferleri ile Kolomb'un, hemen ardından büyük tehlikeleri göze alarak doğrudan doğruya Atlantik'i geçmek üzere yelken açması arasındaki en belirgin fark, geleneğin düzenli gelişimiyle meydana gelen teknik ilerleme ve akıl yoluyla kendini geleneklerden köklü bir biçimde koparan bilimsel ilerleme arasındaki tipik farktır. Çünkü, Kolomb'u bu işe iten içsel nedenler ne kadar mistik olursa olsun, seyahatleri için aldığı mali desteğin arkasında bilimsel bir hipotezin doğrulanmasından elde edilmesi umulan pratik bir kazanç beklentisi yatıyordu.

Kolomb yeni bir kıta keşfettiğini asla öğrenemedi. Kıta ismini yıllar sonra, keşiflerini kaleme almada daha başarılı olan, Leonardo'nun bilgin arkadaşı Floransalı Amerigo Vespucci'den aldı. Sonunda, dünyanın etrafını gemiyle dolaşarak bu ispatlama işini tamamlayan, İspanya'nın hizmetindeki Portekizli Macellan oldu. Macellan, Filipinler'de öldürüldüğünden bu yolculuğu tamamlayamadı. Dün-

yanın etrafında dolaştıktan sonra evine dönmeyi başaran ilk insan Macellan'ın Malayalı kölesiydi.

Ekonomik ve bilimsel etkiler

Açık deniz seferlerinin ekonomik etkileri derhal kendini gösterdi ve kalıcı oldu. Arap topraklarından geçen ve hem onlara hem de Türklere büyük kazançlar sağlayan geleneksel aktarmalı ticaret yolunun açık deniz rotası ile kısaltılması, Venedikliler'i yıkıma sürüklerken Portekizliler'e muazzam kârlar getirdi. Daha sonraları, Amerika'daki madenlerle şeker ve tütün plantasyonlarının Afrika'dan tutsak alınıp getirilen kölelerin emeği aracılığıyla sömürülmesi, İspanya'ya ve diğer sömürgeci güçlere daha büyük ve daha istikrarlı bir gelir sağlayacaktı. Ancak, İspanya'nın ekonomik sisteminin geriliği yüzünden bu gelir ülke içinde kalmıyordu. Çünkü hem madenler hem de ticari işletmeler yabancıların elindeydi ve sömürü yoluylaelde edilen gelir, Hollanda ve İngiltere sanayisinin sermayesini oluşturmak üzere bu ülkelere akıyordu.

Seferlerin bilim üzerinde de belirleyici etkileri oldu. İlk seferlerin başarılı olması gemi yapımcılığına ve denizciliğe yönelik muazzam bir talep doğurdu. Pusula, harita ve araç-gereç yapımı için, matematik eğitimi almış zeki ve yetenekli bir zanaatkârlar sınıfı yarattı. Bunlar, bilimsel bir topluluğa doğru atılan ilk adımlardı. Her sınıftan zeki gençlere hem eğitim hem de geçim olanağı sağlandı. Portekiz'de, İspanya'da, İngiltere'de, Hollanda'da ve Fransa'da denizcilik okulları kuruldu. ***4.101*** Yıldızların hareketi artık para getiriyorduve astrolojinin modası geçmiş olsa da astronominin ihmal edilmesi tehlikesi yoktu.

Eşzamanlı iki keşif, Asya'nın eski ve zengin uygarlıkları ile Amerika'nın yeni dünyasının tüm tuhaf görenek ve ürünleriyle birlikte keşfedilmesi klasik eski dünyayı bir taşra görünümüne soktu ve insanlara antik çağlarda hayal bile edilemeyecek yeni bir şeyi gerçekleştirmiş olduklarının bilinciyle cesaret verdi. Gözleme ve betimlemeye açılmış olan bu yeni alanı tahlil etmek için yeni yöntemlere ihtiyaç vardı. Deniz seferleri, yeryüzünü nasıl yarıp geçtiyse düşünce

dünyasını da öylece yarıp geçti. Rönesans'ın öncüleri yeni bir çağ açma umuduyla çalıştılar. 16. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, artık bunu başardıklarını düşünebilirlerdi. Fransa kralının hekimi ve bir meridyenin derecesini ilk ölçen modern zaman insanı, hümanist Jean Ferrel, 1530 yılında, *Dialogue* adlı yapıtında bu yeni ruhu anlatır. Ferrel, tıptaki yeni yöntemleri savunurken şunları söyler:

> Fakat ya atalarımız, yalnızca kendilerinden önce gelenlerin yolunu izlemekte yetinseydiler! ... Hayır; tam tersine, filozofların yeni yollar ve sistemler geliştirmeleri doğru bir tutumdur; ne bozguncuların, ne eski kültürün ağırlığının, ne de yetkililerin onları kendi görüşlerinden vazgeçirmelerine izin vermemeleri çok doğru bir tutumdur. Nitekim her çağ kendi düşün insanlarını ve kendi sanatlarını yaratır. Bizim çağımız, on iki yüzyıl süren bir uyuşukluktan sonra, sanatın ve bilimin yeniden görkemli bir biçimde yükseldiğine tanık olmakta. Sanat ve bilim günümüzde antik çağlardaki parlaklığını yakaladı, hatta geçti. Bu çağın hiçbir bakımdan kendisini küçük görmesini ya da antik çağların bilgisine özlem duymasını gerektirir bir durum yoktur... Çağımızda antik çağlarda hayal bile edilemeyecek işler yapılmakta... Denizcilerin olağanüstü yiğitlikleri ve yetenekleriyle okyanus aşıldı, yeni adalar bulundu. Esrarengiz Hindistan artık gözlerimizin önündedir. Atalarımızın tanımadığı, Yeni Dünya denilen batıdaki kıta büyük ölçüde bilinmektedir. Bütün bu alanlarda ve astronomiyle ilgili konularda Platon, Aristo ve eski filozoflar büyük ilerlemeler kaydetti. Batlamyus yine bu alanlarda oldukça önemli katkılarda bulundu. Yine de onlardan herhangi birisi bugün dünyaya geri gelecek olsa, coğrafyayı tanımayacağı kadar değişmiş bulurdu. Günümüzün denizcileri bize yepyeni bir dünya verdiler ***4.87.17.***

Kopernik devrimi

Tüm bir antik düşünce sisteminden ilk ve -bazı yönleriyle- en önemli kopuşun coğrafya ile çok yakından ilişkisi olan astronomi alanında yaşanmış olması tesadüf değildir. Bu kopuş, Kopernik'in

dünyanın kendi ekseni etrafında dönüşü ile sabit bir güneşin çevresindeki hareketini açık ve ayrıntılı bir biçimde açıklaması ile gerçekleşti. O dönemde gözlem astronomisi, yeterince gözlem biriktirmiş ve hipotezleri açıkça ortaya koyup sayısal olarak deneye tabi tutmaya olanak sağlayacak ölçüde doğru matematiksel yöntemler geliştirmiş olan tek bilimdi. Daha önce de gördüğümüz gibi gözlemastronomisi, hem eski astrolojik hem de gemicilik alanındaki yeni yararları nedeniyle yeniden ilgi odağı olmuştu. Bu, tek başına köklü bir ilerlemeye yol açmayabilirdi. Peurbach (1423-1461) ve Regiomontanus (1436-1472) gibi profesyonel astronomlar, eski yöntemlerin birkaç ufak düzeltme ile kendilerine yeterli olacağını düşünüyorlardı. Böyle olmakla birlikte, yeni astronomiyi, yine de onlara ve onları Yunan kaynaklarını araştırmaya iten Rönesans ruhuna borçluyuz. Peurbach, Bizanslı Kardinal Bessarion'un (t. 1400-1472) hizmetinde çalışıyordu ve Papa tarafından takvimi yeniden gözden geçirip düzeltmekle görevlendirilmişti.

Kopernik'in katkısı yeni eleştirel bir ruh, estetik bir biçim anlayışı ve eski bir otoriteyi bir başkasıyla dengelemekte de kullanılabilecek yeni metinler yazma isteğiydi. Çünkü, görmüş olduğumuz gibi, dünyanın döndüğü düşüncesi hiç de yeni bir düşünce değildi. Yunan astronomisinin temelinde bu düşünce yatar. M.Ö. 3. yüzyılda Aristarchus kelimesi kelimesine bu görüşü dile getirir . Bu düşünce, her ne kadar paradoks oluşturacak ölçüde saçma görünse de, daima yıldızların hareket ettiği düşüncesinin alternatifi olmuştur. Paradoksun nedeni, görünürde dünyanın hareket etmediğinin besbelli olması, oysa güneşin, ayın ve yıldızların hareketinin çıplak gözle bile görülebilmesiydi. Sağduyuya dayalı bu görüşü yıkmak için bilim kadar cesaret de gerekliydi. Buna cüret eden adamın, bütün çekingen mizacına rağmen, yeteri kadar cesareti ve bir Rönesans hümanisti olarak geçmişten bu kesin kopuşu gerçekleştirmek için yeterince nedeni ve isteği vardı.

Nicholas Copernicus [Kopernik], 1473'te Polonya'nın Torun kentinde doğdu. Bologna'da astronomi, Padua'da tıp, Ferrora'da hukuk eğitimi gördü; ömrünün büyük bölümünü Frauenburg'da Katedral heyet üyesi olarak geçirdi. Bu katedral kenti, Teuton şövalyeleri ile

Polonya Krallığı arasındaki tartışmalı bölgede bulunduğundan, Kopernik savaş ve yönetim işleriyle yoğun bir biçimde uğraşmak zorunda kaldı. Fakat astronomi daima onun asıl ilgisi oldu ve özel hayatını bütünüyle gökyüzünün daha ussal bir tablosunu çizmeye adadı. Bu gökyüzü tablosunun son biçimine, ancak ölüm yılı olan 1543'te yayınlanabilen *Göksel Kürelerin Dönüşü Üzerine* adlı yapıtında yer verdi. O, bu tabloda, dünyanın değil güneşin çevresinde toplanmış [güneş merkezli] bir küreler sistemini doğru kabul ediyor, dünyanın döndüğünü varsayıyor ve bunun bütün astronomik gözlemleri açıklayabileceğini ayrıntılarıyla ortaya koyuyordu. Bu devrimci değişim için öne sürdüğü nedenler esas olarak felsefi ve estetikti **3.1**. Kopernik, güneş merkezli sisteminden ve dolayısıyla yıldızların neredeyse sonsuza varan uzaklıklarından söz ederken şunları yazar:

> Buna inanmanın, dünyayı merkez alanların yapmak zorunda oldukları gibi, alabildiğine çok sayıda küre olduğunu varsayarak kafaları allak bullak etmekten ve konunun anlaşılmasını güçleştirmekten daha kolay olduğunu düşünüyorum. Böylece biz, doğayı izlemiş oluyoruz; doğa gereksiz ya da boş yere hiçbir şey yapmaz; çoğunlukla da birçok sorunu bir nedene bağlamayı tercih eder ***4.84.19***.

Sonra, birbiri ardı sıra gezegen kürelerini betimler ve şöyle bitirir:

> Hepsinin ortasında güneş, taht kurmuş oturur. Bu en güzel tapınakta bu ışığı, her şeyi aynı anda aydınlatabileceği bundan daha iyi bir yere yerleştirebilir miydik? Ona haklı olarak Lamba, Akıl, Evrenin Hükümdarı denir; Hermes Trismegustus onu, "Görünen Tanrı" olarak adlandırır; Sofokles'in Elektrası ona, "Her şeyi Gören" der. Güneş kraliyet tahtına kurulup etrafı saran çocuklarını -gezegenleri- yönetir. Ay, dünyanın hizmetindedir. Aristo'nun de *Animalibus* adlı yapıtında dediği gibi, ayın en yakın akrabası dünyadır. Bu arada, güneş dünyayı döller ve dünya her yıl gebe kalıp yeni bir doğuma hazırlanır.

Burada, aynı zamanda hem en eski ve doğrusu büyüye dayalı ev-

ren anlayışına geri dönüldüğünü, hem de merkezi monarşinin, *le Roi Soleil*'in [Güneş Kral] yüceltildiğini görmekteyiz.

*Güneş sistemi*nin ortaya konmasının, etkilerini göstermesi biraz zaman aldı. Birkaç astronom, hesaplamalarda bir ilerleme sağlaması bakımından bu sistemi takdir ettiler. Prusya cetvelleri 1551'de Kopernik sistemi temel alınarak hazırlandı; fakat bunun gerçekten doğru olduğuna inanan çok az insan vardı. Sağduyuya aykırı olmasının yanı sıra, ona karşı bilginleri etkileyen pek çok itiraz da bulunmaktaydı. Özellikle de dünyanın nasıl olup da korkunç bir fırtınaya yol açmadan dönebildiği ve dünya döndüğü halde havaya atılan bir cismin nasıl olup da aynı yere düştüğü soruları sistem hakkındaki kuşkuları arttırmaktaydı. Bu kuşkular ancak Galileo tarafından kesin olarak giderilebilecekti.

Yine de, dünyanın yalnızca küçük bir parçasını oluşturduğu açık bir evren düşüncesi bile, ilahi bir gücün yarattığı ve hareket halinde tuttuğu kapalı, tek merkeze bağlı eski kristal küreler inancını paramparça etti. Yeryüzünde yeni dünyalar olduğuna göre, gökyüzünde de olamaz mıydı; Bruno'nun ölümüne yol açacak sapkınlık işte buydu.

Rönesans'ın başarısı

Bilimsel Devrim'in birinci evresi, Kopernik'in parlak ve yapıcı hipotezi ile aydınlanmış olsa da düşünce alanında esas olarak yıkıcı bir dönemdi. Yalnızca astronomide değil, anatomi ve kimya gibi diğer ilgi alanlarında da eski düşünce biçimleri yetersiz ve doyurucu olmaktan uzaktı. Rönesans insanları, ortaya attıkları sorunların çok azına çözüm getirebilmişlerse de, hiç değilse geri kalanının bir sonraki yüzyılın büyük düşünce savaşımları içinde çözülmesinin yolunu açtılar.

Bilimden yararlanma bakımından ise Rönesans, tersine, kesin bir başarı dönemidir. Ortaçağ'ın başlarında gösterilen bilimsel çabalar, daha önce de değinmiş olduğumuz gibi hiçbir pratik yararı görülmediğinden kaybolup gitmişti. Rönesans denizcilerinin başarıları asıl gerekli olan şeyi –güvenli ve giderek gelişen bir uygulama ala-

nı– sağladı. Bu alan, tam da bilimin klasik zamanlardan beri en iyi korunmuş olan ve astroloji ile takvim düzenleme işinin hizmetinde etkin bir biçimde kullanılagelen iki dalını –astronomiyi ve denizcilik bilgisini– gerektiriyordu. Dahası, makinelerin gelişmesi mekanik bilimine, topçuluğun gelişmesi de dinamik bilimine destek sağladı. Bundan böyle bilim güvencedeydi artık; en yaşamsal, en etkin ve en kârlı girişimler –ticaret ve savaş– için bilim zorunlu hale gelmişti. Daha sonra, hizmetlerini imalat, tarım ve hatta tıp alanlarında da yayabilecekti. Rönesans'ın en önemli yanı feodal Ortaçağ ekonomisinden, siyasetinden ve düşüncelerinden ilk kopuşu işaret etmesidir. Yapıcı çalışmaların pek çoğu henüz gerçekleştirilmiş değildi fakat artık geriye dönüş söz konusu olamazdı. Bilim tarihe damgasını vurmaya başlamıştı artık.

7.4. İKİNCİ EVRE: İLK BURJUVA DEVRİMLERİ SIRASINDA BİLİM 1540-1650

Kabaca 1540-1650 yılları arasında kalan dönemin tarihte uygun bir adı yoktur. Kimilerince Karşı-Rönesans 4.4 olarak adlandırılmaktadır; ne var ki bu adlandırma Rönesans'a karşı ilk evrelerde gösterilenden çok daha büyük bir tepkiyi dile getirir. Bu dönem, gözle görülür ifadesi olan Barok üslubuyla birlikte Karşı-Reform'u; sırasıyla Fransa'yı (1560-1598), Aşağı Ülkeleri (1572-1609) ve Almanya'yı (1618-1648) kasıp kavuran Din savaşları; 1576'da Hollanda Meclisi'nin ve 1649'da da İngiliz Uluslar Topluluğu'nun kurulmasını kapsar. Bu gelişmeler içinde en önemli ve en belirleyici olanları son ikisidir. Bunlar, dünya ticaretinin ve imalatının merkezi durumundaki İngiltere ve Hollanda'da yeni burjuvazinin siyasal zaferine hizmet eder.

Bu dönem bilimde gözleme ve deneye dayalı yeni yaklaşımın ilk büyük zaferini içerir. Kopernik'in Güneş Sistemi'ni ilk defa açıklamasıyla başlar ve –Kilise'nin mahkûm etmesine rağmen– Galileo'nun çalışmaları sayesinde bu görüşün sağlam bir biçimde yerleşmesiyle sona erer. Gilbert'in 1600'de dünyayı bir mıknatıs olarak tanımlaması ve Harvey'in 1628'de kan dolaşımını keşfetmesi bu dönemin

kapsamı içinde yer alır. Görünen doğanın olağanüstü iki büyüteci, teleskop ve mikroskop, ilk olarak bu dönemde kullanıldı.

Ekonomik bakımdan bu yüzyıl, Avrupa'nın eski iç ticaretiyle boy ölçüşebilecek bir düzeye gelmiş olan deniz ticaretinin -giderek daha da artan etkisi altında bulunuyordu. Özellikle, Amerikan gümüşünün içeriye akışının neden olduğu büyük fiyat artışları çok belirgindi. Batı Avrupa'da, özellikle de Hollanda ve İngiltere'de, feodal toprak mülkiyetinin yıkılması topraksız insanların pazara doluşmasına ve işçilerin gerçek ücretlerinin ciddi bir biçimde düşmesine yol açtı. Bu durumun, fiyatların yükselip pazarların çoğaldığı bir dönemde üretim maliyetini düşürmek ve imalatçılara bol işgücü sağlamak gibi etkileri oldu. Sonuçta, okyanus ticaret yolunu elinde tutan, yeni kaynaklardan yararlanabilen ve yeni pazarlara ulaşabilen bu tüccar ve imalatçıların servetlerinde görülmemiş bir artış gerçekleşmiş oldu. *4.3; 4.7* Ticaret yollarının değişmesi ile savaşların birleşik etkisi, 16. yüzyılın başında Avrupa'nın en gelişmiş bölgesi olan Almanya'nın ekonomisini yerle bir edecekti.

Eski merkezdeki kayıp, çeperdeki kazanımdan daha fazlaydı. O günden sonra Avrupa'nın, hatta dünyanın yeni ekonomik merkezi Kuzey Denizi'nin kıyısındaki ülkeler, başta Hollanda, ardından İngiltere ve Kuzey Fransa idi. Bu ülkelerde, feodal yapının ayakta kaldığı diğer iki denizci ülke olan İspanya ve Portekiz'den farklı olarak, imalat ticaretle birleştirilebildi. Alman ve İtalyan zanaatkârlar, artık egemen durumda bulunan Kuzey ülkelerine göç ederek Rönesans'ın teknik ve sanatsal başarılarını hızla buralara yaydılar. Bunun yanı sıra Hollanda'nın ve İngiltere'nin artan nüfusunu beslemek için duyulan tahıl ihtiyacı ile gemileri için gerekli keten, kereste, zift ve demir talebi Baltık ülkelerinin ekonomik gelişimini hızlandırdı; sırasıyla Danimarka, İsveç, Polonya ve Rusya bağımsız güçler olarak ortaya çıkmaya başladılar.

Ekonomik devrimin bu ikinci evresinin itici unsurları ve esas olarak kaymağını yiyenler, sırtlarını serpilip gelişmekte olan tarım ve hayvancılığa dayayan Hollandalı ve İngiliz tüccarlardı. Servet burjuvaziye siyasal güç kazandırdı, fakat bu hiç de kolay olmadı. İlkin İspanyol, ardından da İngiliz kralları zengin Hollandalı ve İngi-

liz tebaalarını, kar peşinde koşmalarına engel olan feodal koşullar altında daha fazla tutamayacaklarını kavramak zorunda kalana dek yıllarca mücadele edilmesi ve açık savaş yürütülmesi gerekti. Bu mücadelenin görünürdeki nedenleri dinseldi ve bu da en azından yeni burjuvazinin siyasi ve ekonomik düşünceleri ile pratiğinin Katoliklikten ya da Luthercilikten çok Kalvinizmde doğal ifadesini bulduğunu gösterir *4.99*.

Teknolojinin ilerlemesi

Teknik bakımdan bu yüzyıl, kendisinden önceki ve sonraki yüzyılları karakterize eden devrimci yeniliklerden yoksun olmakla birlikte, tekniğin boyutu ve işlerliğiyle istikrarlı bir ilerleme yüzyılıydı. Tarım hâlâ en önemli uğraş, yünlü kumaş yapımı da başlıca sanayi durumundaydı. Yine de havada değişimin kokusu vardı. Gemi yapımı, deneyimle gelişmiş ve kendisiyle birlikte denizciliği de geliştirmişti. Ticaretin artması ve nakliye giderlerinin düşmesi, servetin burjuvazi arasında çok daha geniş bir biçimde dağılmasına yol açtı. Doğu'dan ve Batı'dan pamuk, porselen, kakao, tütün gibi yeni ürünler Avrupa pazarlarına gelmeye başlarken, diğer yandan ipek ve cam gibi nadide lüks eşyalar sıradan metalar haline geldi. Resim sanatı Flaman ve Hollanda okullarında dinin hizmetinden ve soyluların yüceltilmesi işinden uzaklaşarak yiyen, içen ve eğlenen sıradan insanları çizmeye başladı. Hollandalılar'ın kent ve kır evlerinde burjuva *konfor* standartlarını belirlemesi ve bahçelerle tarlalara fazla para harcaması bu zamana rastlar.

Maden eritme ocağı ve dökme demir

Daha az gösterişli malların, özellikle de dökme demirin üretim yönteminde, hepsinden çok daha önemli olan bir değişiklik, neredeyse hiç farkına varılmaksızın gerçekleşmekteydi. Avrupa'da 14. yüzyıldan beri olgunlaşmakta olan demir metalurjisindeki dönüşüm ilk kez bu dönemde belirleyici bir etkide bulunmaya başladı. Dökme demir Çin'de M.Ö. 1. yüzyıldan beri bilinmekteydi ; fakat Avrupa'da ortaya çıkışı ondan tamamen bağımsız bir biçimde ger-

çekleşmişe benziyor. Dökme demir üretimi salt işlemin boyutlarındaki artış sonucu meydana gelen can alıcı değişimin tipik bir örneğidir. Tam 3000 yıl boyunca demir küçük demirci ocaklarında, demiri macunsu bir kütle haline getiren odun kömürü ile düşük ısılı indirgeme yoluyla elde edildi . Ortaçağ'da bu ocaklar giderek büyüdü ve gerekli hava akımı da sonradan su gücü ile çalışacak olan körüklerle sağlanır oldu. Zaman zaman ısının demiri eritecek kadar yükseldiği ve dövülebilir durumdaki "tavı gelmiş" kütleyi yola gelmez bir "ayı"ya dönüştürdüğü de oluyordu ***4.96***. Sonra, ilk defa 14. yüzyılda Ren bölgesinde, demirin ocağın önündeki bir kuyuya akıtılması düşünüldü. Bu çukur kısa zamanda "pik" demirin toplandığı bir oluk haline geldi. Önceleri bu pik demiri arıtmak çok güçtü; dolayısıyla ilerleme yavaş oldu. Fakat bu süreç hakkında bilinenler çoğalıp yayıldıkça demirci ocaklarının yerini yeni *maden eritme ocakları* aldı. 16. yüzyılın sonlarına gelindiğinde demir artık kilolar* ile değil tonlarla üretilmeye başlandı. ***5.2***

Demirin pahalı oluşunun bütün teknikler üzerine koyduğu sınırlamalar hızla ortadan kalktı; fakat daha büyük miktarlarda demiri eritmek için gerek duyulan odun kömürünün kıtlığı, yeni bir sıkıntının başgöstermesine neden oldu. Sussex Koruluğu gibi eski demir bölgeleri üstünlüklerini yitirdiler; bu üstünlük bol miktarda kereste stokları bulunan İsveç ve Rusya'ya geçti. Demir, gerçekten de savaş ve ticaret yoluyla bu ülkeleri dünya ekonomisine sokan en önemli etkendi. Dökme demir öncelikle silah üretiminde, özellikle de top yapımında kullanıldı. İngiltere kısa sürede iyi toplarıyla ün kazandı ve bu topları iş hayatının kurallarına uygun olarak pazarladı. İspanya'nın en Katolik Kralı'nın kalyonundaki toplarla Cezayir'in zındık Beyi'nin kalyonundaki toplar muhtemelen Sussex'teki aynı dökümhaneden çıkmaydı ***4.96***.

Kömürün kullanılması

Demiri üretmek için gereken odunun kıtlığı, 16. yüzyılın sonlarında Hollanda'yı ve İngiltere'yi etkileyen ağır kereste bunalımının pek çok nedeninden biriydi yalnızca. Ticaretin sağladığı genel refah,

kereste talebini yerel ormanların kapasitesinin çok ötesinde arttırdı –gemi ve ev inşaatı için, yakacak odun için, tuz, sabun ve şap imalatı için ve ev işlerinde kullanmak için keresteye ihtiyaç vardı. Bu kerestenin bir kısmı ithal edilebilirdi; ancak elde hazır bir çare bulunmaktaydı: Maden kömürü (taş kömürü). Roma döneminden beri Northumbria ve İskoçya'daki açık maden damarlarından elde edilen bu kömür, Ortaçağ'da Londra'da ve Kıta Avrupası'nda deniz kömürü olarak kendisine ayrı bir pazar bulmuş durumdaydı. Bu, son derece pis bir maddeydi; fakat kullanılmasını yasaklayan bütün kanunlara rağmen yurttaşlar tarafından yakacak olarak kullanılır olmuştu.

16. yüzyılda yakacak odunun fiyatı ateş pahası olduğundan kömür giderek daha da aranır oldu ve üretimi hızla arttı. 1564'ten 1634'e gelinceye dek yetmiş yıl içinde Newcastle'dan yapılan yıllık kömür sevkiyatı on dört kat artarak yaklaşık yarım milyon tona ulaştı. ***4.73*** Bu nedenle, daha derin ve dolayısıyla daha çok su basan yataklardan kömür çıkarabilmek için daha fazla teknik çaba gösterildi. Bu durum, daha çok Avrupa'nın maden ocaklarından devralınmış aygıtların, geliştirilmiş pompaların ve vagonların madenden çıkartılması için *tahta rayların* kullanılmasına yol açtı. Kömür, sık sık nükseden ve geçmişte uygarlığı giderek balta girmemiş ormanlara doğru sürükleyen yakacak bunalımına gerçekten de bir son verecekti. O andan itibaren sanayinin merkezi, uygarlığın merkeziyle birlikte kömür yataklarının bulunduğu bölgelere kayacak ve en azından bir 400 yıl orada kalacaktı. İngiltere'nin sanayi alanındaki egemenliğini sağlayan en önemli etken buydu. Keskin gözlemci Daniel Defoe'nun Yorkshire'ın batı yakasını betimlerken söylediği gibi:

> ... Burası korkunç bir ülke değilse eğer, bunun nedeni doğanın bu memlekete böylesine cömert davranmış olmasıdır. Hem iş hayatı bakımından hem de halkın refahı bakımından yaşamsal önem taşıyan iki kaynak burada bulunmaktadır; İngiltere'nin başka hiçbir yerinde bu ikisini yan yana görmedim; dünyada da bir eşi benzeri olduğunu sanmıyorum. Kömürden ve dağların doruklarındaki akarsulardan söz ediyorum. Bunlar, Tanrı'nın hikmeti ve lütfu ile şu an hizmet etmekte

> olduğu amaca, yani imalata sunulmuş olsa gerek. Bunlar olmaksızın imalat sürdürülemez, nüfusun beşte birlik bölümü onları besleyecek yeterli toprak bulunmadığından rızkını çıkaramazdı...

16. yüzyılın sonu ile 17. yüzyılın başlarında görülen ve Birinci Sanayi Devrimi *4.7* olarak adlandırılan sanayi atılımı, ne getirdiği teknik yenilikler ne de bilimden yararlanılması bakımından 18. yüzyılın büyük Sanayi Devrimi ile karşılaştırılabilir. Yine de bugün bunun, büyük Sanayi Devrimi'nin başlangıç evresi olduğunu görebiliyoruz. Odun ve su gücüne dayalı bir teknolojiden demir ve kömüre dayalı bir teknolojiye geçişin düşünülebilir ve gerçekleştirilebilir olmasından önce, bu değişimin gerekliliğinin apaçık bir biçimde kendisini göstermiş olması gerekiyordu. Yeni kaynakların ve tekniklerin araştırılmasını zorunlu kılan etken, Birinci Sanayi Devrimi'nin taleplerinin, Ortaçağ'ın feodal ekonomisi için yeterli olan sınırlı kaynaklar üzerinde uyguladığı basınçtı.

Projeciler: Simon Sturtevant

Nihayet, yenilik karşısındaki tutumu değiştiren de yine bu basınç oldu. Kâr bir kez meşru sayılıp yeni yöntemler daha büyük kâr beklentisi doğurunca, yenilik kaçınılması değil yürekten benimsenmesi gereken bir şey oluverdi. Bu, Profesör Butterfield tarafından modern bilimin doğuşuyla ilişkilendirilen, içinde "yeni düşünen takkelerin" satıldığı dükkândı. **3.1** Sonradan *mucitler* diye anılacak olan *projeciler* kuşağının ilk temsilcileri 16. yüzyılın sonu ile 17. yüzyılın başında ortaya çıktılar. Bunlar, Roger Bacon'un yapmış olduğu gibi yeni harika makinelerden yalnızca söz etmekle kalmıyor, bunları para karşılığında yapmayı da teklif ediyor hatta bazen gerçekten de yapıyorlardı.

Bu insanlardan biri olan Cornelius Drebbel (1572-1634) bir denizaltı yapıp Thames nehrinde sergiledi. Ancak parlak kırmızı renkli boya icadı ona daha fazla kâr getirecekti. Unutulmuş trajik figürlerden, gözünü yükseklere dikmiş olan bir başka Hollandalı Simon Sturtevant idi. " Demirin, çeliğin ve diğer metallerin maden kömürüyle işlenmesi, eritilmesi ve üretilmesi; böylesi bir icadın en önemli sonucu, ülke-

mizin ormanlarının ve kerestelik ağaçların korunması olacaktır." Bu sözler, onun patent belgesi olan *Metallica Treatise (1612)* adlı incelemesinin önsözünden alınmıştır. *4.97* Sturtevant kimdi ya da sırrı neydi; bunu belki de asla öğrenemeyeceğiz. Onun ortaya attığı problem pratikte bir yüzyıl daha çözülmeden kaldı; fakat bize bu icadın teknik ve ekonomik yönleri hakkında, yeni sanayi çağının şafağından önce yazılmış, birçok bakımdan hâlâ aşılamamış son derece değerli bir açıklama bıraktı. Sturtevant, açıklamasına "yeninin nasıl bulunacağını ve eskinin nasıl yargılanması gerektiğini" öğreten Heuretica –İcat Sanatı– ile başlar. Sonra bunu, sabit sermayeyi kapsayan "Organick" kısım ile "Zanaatkâr "ların ustalıklarını kapsayan "Teknick" kısım olarak iki bölüme ayırır. İcat sürecini çözümlerken çizimler, modeller (yüzeysel ya da gerçek Moddle'lar), prototipler (protoplast) ve son olarak da "Grand Mechanick" ya da büyüklük bakımından protoplastın biçimini ve türünü temel alan veya daha sonraki deneyimlerle öğrenilen kârlı birtakım ilavelerle gerçekleştirilen büyük ölçekli üretim arasında ayrım yapar. Sturtevant gelişim maliyetleri ve kârlılık ölçütünden bütünüyle haberdardı ve sermayenin nasıl elde edileceği konusunda açık görüşleri vardı. O halde neden tam bir başarısızlığa uğradı ? Bunun nedeni teknik yönden yetersiz olması değildi; zira günümüzde kullanılan preslenmiş kilden araç-gereç yapılması yöntemini bularak bu alandaki ustalığını kanıtlamıştı. Başarısızlığının nedeni, şaşılacak bir açıklıkla gördüğü kapitalist işletme türü bakımından zamanın henüz olgunlaşmamış olmasıydı.

Sturtevant, demir tekelinin yıllık üretimini 330.000 Sterlin olarak hesapladı. Kendi işletmesini de buna uygun olarak otuz üç hisseye böldü. Kral, prensler ve çok sevdiği Carr bu hisselerin on sekizini alıyor; kendisine bir hisse ayırıyor ve geri kalan on dört hisse de "bu işe atılacak, katılacak ya da yardım edecek olanlar" arasında bölüştürülüyordu. Sarayın haksız yollarla elde ettiği hisseler ve kârlar da göz önünde bulundurulduğunda, bu işin ona bir kazanç sağlamaması hiç de şaşırtıcı değildir. Girişimcilerden ikisi Sturtevant'dan patenti çaldılar ve onu yasal haklarından mahrum bıraktılar. Fakat sonra kendileri de bu işi yürütmeyi başaramadılar; çünkü ayrıntılar söz konusu olduğunda orijinal patent tam bir muğlaklık örneğiydi.

Çağdaş sanayi feodal koşullardan, hatta harcamalarında savurgan davranan, her zaman para sıkıntısı çeken ve daima aldatılan bir Rönesans prensinin imtiyazından doğamazdı. Gerçek teknik ilerleme, sermayelerini kârlarından artırdıklarıyla oluşturan küçük insanlar tarafından gerçekleştirildi. Bu ilerleme, ancak kralların, soyluların ve kent konseylerinin imtiyazlarının kaldırıldığı bir sonraki yüzyılda sağlanabildi.

Yeni deneyci filozoflar

Avrupa'nın yeni, yarı-uyanmış bilimi işte bu atmosfer içinde gelişip olgunlaşacaktı. Yaygın imtiyaz ve yolsuzluklara rağmen, bu hiç de elverişsiz bir atmosfer değildi. Avrupa'da Protestanlığın yükselişini önleyen ve onu geriletmeyi başaran Karşı-Reform hareketi bile, bilim üzerinde aynı etkiyi gösteremedi. Karşı-Reform hareketini yöneten Cizvitler, bilime gözü kapalı karşı çıkmak yerine, bilimin gelişimini destekleyerek daha fazla insanı kendi saflarına çekebileceklerini görecek kadar akıllıydılar. Dolayısıyla, bilimsel hareketin, özellikle de astronominin içine tam olarak girdiler ve hatta bu hareketin –doğal olarak Batlamyusçu bir biçim altında olmakla birlikte– Hindistan'a, Çin'e ve Japonya'ya kadar yayılmasında rol oynadılar. Aynı zamanda, bilimin gerçek din üzerindeki olası yıkıcı etkilerini önlemek üzere bekçilik görevi üstlendiler ve böylece istemeden de olsa denetimleri dışındaki Protestan ülkelerdeki bilim insanlarına avantaj sağlamış oldular.

Bilimin 15. yüzyılda İtalya'da yoğunlaşmış olması olgusunun yerini Avrupa'ya geniş ölçüde yayılması olgusu aldı. Ancak, İtalya'nın entelektüel üstünlüğü, siyasal ve ekonomik çöküşünden sonra bile bir süre daha devam etti. Çünkü feodal geleneklerden kurtulan ilk Batı Avrupa ülkesi olan İtalya, siyasal ve ekonomik önemini yitirdikten sonra bile uzun bir süre Avrupa kültürünün merkezi olarak kaldı. İtalya'da üniversiteler yeni bilimlere büyük ölçüde açık olduklarından –ki başlangıçta böyle olan tek Avrupa ülkesiydi– bu kültür son derece dengeli bir kültürdü. Profesörler aynı zamanda saray mensubu da olduklarından, pratik dünya bilgisini çok iyi bildikleri skolastik gelenekle birleştirmeyi başardılar. Yeni bilginler ister Polonya'dan, ister İngiltere'den, isterse

Fransa'dan gelmiş olsunlar, sahip oldukları bilgiyi edindikleri ve en iyi yapıtlarını ortaya koydukları yer İtalya'ydı.

Yeni deneyci filozoflar ya da bugün kullandığımız isimleriyle bilim insanları, artık Rönesans'ın yoğun kent yaşamının bir parçasını oluşturmuyorlardı. Bunlar çok daha yeni burjuvazinin üyeleri olarak kendilerini göstermekteydiler. Çoğu Vieta, Fermat ve Bacon gibi hukukçu ya da Kopernik, Gilbert ve Harvey gibi hekim; birkaçı Tycho Brahe, Descartes ve Von Helmont gibi küçük soylu ya da Mersenne ve Gassendi gibi din adamı idiler. Hatta Kepler gibi, daha alt tabakalardan gelen bir iki parlak üye de bulunmaktaydı. Bu kişiler tarihte birbirinden kopuk figürler olarak gösterilirler. Oysa gerçekte, sayıca çok az olmaları nedeniyle baskılara, yayın engellemelerine ve giderek artan askeri ve siyasal kısıtlamalara maruz kalan günümüzün sayıca çok daha fazla olan bilim insanlarına oranla birbirleriyle çok daha kolay ve çabuk ilişki kurabiliyorlardı.

Bilimsel eğitim: Gresham Koleji

Bu dönemde Hollanda ve İngiltere'de, birinci evredeki İspanyol ve Portekiz okullarının izinden giden ve esas ağırlığı denizciliğe veren bilimsel eğitimin başlangıcına tanık olunmaktaydı. İki Flaman, Gemma Frisius (1508-1555) ve Gerard Mercator (1512-1594), doğru ve ayrıntılı deniz haritalarının nasıl yapılacağını gösterdiler. Onları İngiliz coğrafyacıları izledi. İlk İngiliz coğrafyacı, daha çok bir astrolog olarak tanınmakla birlikte Kraliçe I. Elizabeth döneminin denizcilerinin pek çoğunun dostu ve danışmanı olan, yeni çağın ilk İngiliz bilim insanı olarak adlandırılmayı hak eden John Dee (1527-1608) idi. İngiltere'de yeni bilimi öğretecek ilk kurum Gresham Koleji'ydi. Bu kolej, 1579 yılında Londra'nın büyük tüccarlarından, Kraliyet'in maliye vekili ve Kraliyet Kambiyosu'nun da kurucusu olan Sir Thomas Gresham'ın (1519-79) isteği üzerine kurulmuştu. Gresham, Kendi şahsında, ticari sermaye ile yeni bilimin birliğini temsil etmekteydi. Daha önceki kuşağın Collége de France'ının tersine, Gresham Koleji salt hümanist bir kurum değildi. Dersler Latincenin yanısıra İngilizce olarak da verilmekteydi. Koleün yedi profesöründen ikisi

geometri ve astronomi bilimlerini öğretmek üzere görevlendirilmişlerdi. Astronomi dersi veren profesörden, "denizcilerin yeteneklerini geliştirmeleri" **4.48** için denizcilik aletleri üzerine ders vermesi de istenmişti. Gresham Koleji, bir yüzyıldan fazla bir süre İngiltere'nin bilim merkezi olacak ve ilk olarak kendi dersliklerinde bulunan Kraliyet Akademisi'ni çatısı altında barındıracaktı.

Klasik zamanlarda ve Ortaçağ'da bir sapkınlık olarak görülen "bilimin başlıca ilgi alanlarının doğa ve sanatlar olduğu ve onun insanlığa yararı olmak gibi bir görevi bulunduğu" düşüncesi bu dönemdeki pek çok bilim insanı tarafından tereddütsüz kabul edilmekteydi. Bu bilim insanlarının çoğu hayatlarının şu ya da bu dönemlerinde devlet hizmetinde bulunmuşlar ve konumlarının hakkını vermek için gerek barış gerek savaş dönemlerinde parlak icatlar yapmışlardır. Bunların özgünlükleri ve bireysellikleri yalnızca görünüşteydi. Hemen hepsi düşüncelerinde aynı geleneklere bel bağlıyor, aynı yöntemleri kullanıyor ve aynı problemlerin cazibesine kapılıyorlardı. Bu problemler, Rönesans'ın nitel evrenselciliği ya da sonraki örgütlü bilim evresinin sistematik doğa araştırmalarıyla karşılaştırıldığında sayıca sınırlıydı. Yanıt aranan başlıca sorular gökler aleminin işleyişi -ki bu, denizcilikte astronomiden yararlanılmasına yol açtı-, fırlatılan cisimlerin ve makinelerin hareketi ve insan bedeninin kaba işleyişi hakkındaki sorulardı. Bu bilim insanlarının programları artık Rönesans'ın ilk evresinde olduğu gibi salt yadsımacı bir program değildi. Onlar, Aristo ile Galen'in sistemlerini çürütmekten çok işe yarar alternatifler geliştirmeye koyuldular. Bunda da umulmadık ölçüde başarılı oldular. Ne var ki, son sentezin yapılması için Newton dönemine kadar beklemek gerekecekti.

7.5. GÜNEŞ SİSTEMİNİN İSPATLANMASI

Kopernik sisteminin iyice anlaşılıp özümsenmesi belli bir zaman aldı. Basitliğine rağmen ve hâlâ pek çok eksiği bulunmakla birlikte yine de astronomik tabloların hazırlanmasında elverişli bir araç olması nedeniyle onu ilk benimseyenler astronomlar oldu. Onların ardından da bu sistemin eski, Ortaçağ'a özgü Aristocu dünya tab-

losunun saçmalığını inandırıcı bir biçimde gözler önüne serdiğini düşünenler veya bu sistemin kapı araladığı sonsuz bir evren anlayışından etkilenenler geliyordu. Bu kişilerin en ünlüsü Giardano Bruno (1548-1600) idi. **4.90** Napoli yakınlarındaki Nola'da doğan, coşkulu bir mizaca, engin ve etkileyici bir hayal gücüne ve parlak bir zekâya sahip olan Bruno, kendisinin de içinde olduğu manastır düzenine bir süre sonra karşı çıktı. Gezgin bir yaşam sürerek Avrupa'yı baştan sona dolaştı. Lulian mistisizmini dünyaların çokluğu düşüncesiyle birleştirdiği kitap ve broşürler basarak gittiği her yerde bu görüşünü savundu. Öylesine yetenekliydi ki, hem kodamanları hem de bilim insanlarını etkiledi. Ne var ki, sivri dili ona dosttan çok düşman kazandırdı. Bu yüzden hiçbir yerde uzun süre dikiş tutturamadı ve sürekli yer değiştirmek zorunda kaldı. Sonunda, 1592'de tedbirsizce Venedik'e girince ihanete uğradı ve Roma Engizisyonu'na teslim edildi. Sekiz yıl sonra, sapkın olduğu gerekçesiyle Engizisyon tarafından yakıldı. Bruno ne deney ne de gözlem yapmıştı. O, daha çok kendisinin bilimsel olgulardan sonuçlar çıkarma hakkı üzerinde sonuna kadar ısrarcı oldu. Dolayısıyla onu bilimin değil, düşünce özgürlüğünün şehidi saymak daha doğru olacaktır.

Bruno, halkın Kopernik teorisi üzerinde düşünmesini ve tartışmasını sağladı. Cezalandırılması, korkuttuğu her Katoliğe karşılık pek çok Protestanı yüreklendirmiş olsa gerek. Ne var ki, Kopernik teorisinin yerli yerine oturtulması ve ondan yararlanılabilmesi için daha somut kanıtlar gerekmekteydi. Teori ilk haliyle gezegenlerin yörüngelerine doğru bir açıklama getiremiyordu; ayrıca, dünyanın hareketinin insanlar tarafından neden algılanamadığını ispatlayacak inandırıcı kanıtlardan da yoksundu. Birinci eksiklik sonraki astronomlar tarafından giderilecekti. İkincisinin giderilmesi içinse yeni bir dinamik biliminin yaratılmasını beklemek gerekiyordu.

Uraniborg ve Tycho Brahe

Birinci görev iki sıradışı adam, Tycho Brahe (1546-1601) ve asistanı Johannes Kepler (1571-1630) tarafından yerine getirildi. Kendisi de Danimarkalı bir soylu olan Tycho Brahe, Kral II. Frederick'i etki-

leyerek 1576'da Saund'daki Hveen adasında modern dünyanın gerçek anlamdaki ilk bilim enstitüsü olan Uraniborg'u kurdu. Burada özel olarak imal edilmiş aletlerle yıldızların ve gezegenlerin konumları üzerine, daha önceki bütün gözlemleri geçersiz kılacak hatasız bir dizi gözlemde bulundu. Brahe, Kopernik'in çalışmalarından etkilenmişse de güneşin dünyanın, gezegenlerin ise güneşin etrafında döndüğü kendisine özgü bir sistemi tercih etti. Onun sistemi, dünyayı hareketsiz sayması dışında, kuşkusuz Kopernik'in sistemine benziyordu. Doğrusu Brahe, fiziksel saçmalığına aldırmadan gözlemlerine en uygun olan sistemi seçmişti. 1572'nin Yeni Yıldızı'nın sabit yıldızlar küresi içinde bulunduğunu kanıtlayarak, küre içinde kesinlikle hiçbir değişiklik olamayacağını öne süren Aristo'nun sistemini, özel bir çaba harcamadan, yıktı. Tycho Brahe, astronomi açısından bir geçiş döneminde yaşadı. Bu dönemde, neredeyse yalnızca astrolojik amaçlar için gerekli görülen ve bu yüzden de prensler dışında kimsenin mali yönden desteklemediği astronomik verilere duyulan eski ihtiyacın yerini denizcilik için gerekli daha kesin verilere duyulan ihtiyaç alıyordu.

Kepler

Tycho'nun ulaşmış olduğu sonuçlar Kepler tarafından geliştirilince, bilimin ilerlemesi bakımından son derece büyük bir önem kazandılar. Kepler, yoksul bir ailenin çocuğuydu ve kısmen kendi garip karakteri nedeniyle mücadelelerle ve düş kırıklıklarıyla dolu bir yaşam sürdü. Ömrünün büyük bölümünü Katolik ülkelerde geçirmiş olmasına karşın Kepler ilk büyük Protestan bilim insanıdır. Rakamların büyüsüyle bezenmiş sıradışı hayal gücünü hiç alışılmadık bir biçimde ölçümleri ve hesaplamalarındaki şaşmaz doğrulukla birleştirdi. İlk eseri *Mysterium Cosmologicum*'un isminden de anlaşılacağı gibi, çalışmalarının ardındaki temel itici güç evrenin sırlarına erme konusunda duyduğu mistik arzuydu. **4.63** Ne var ki bir yandan geçimini de sağlaması gerekiyordu ve bu konuda şöyle diyecekti: "Tanrı, her canlının geçimini sağlaması için gereken araçları yaratmış, astronomlar için de astrolojiyi vermiştir.", Prag'da, İmparator II. Rudolph'un kurduğu deli saçması simyasal astroloji ensti-

tüsünde, ömrünün son günlerini yaşayan Tycho'ya yardım etti. 16. yüzyılda Polonya, Danimarka ve Bohemya'da bilimsel çalışmaların canlı bir varlık göstermesi ve mali destek bulabilmesi, feodal Avrupa'nın kıyısında kalan bu ülkelerde o sıralar meydana gelmekte olan yeni ekonomik gelişmenin de bir işaretiydi.

Kepler, Prag'da, gezegenlerin hareketlerini tek bir eğriyle göstermenin en iyi yolunu bulmaya çalıştı. Kopernik çemberlere ve dış çemberlere [epicyles] bağlı kalmıştı; ne var ki bunlar kaba olmalarının yanı sıra yeni, doğru gözlemlerle de uyuşmuyordu. Kepler, pek çok başarısız girişimin ardından Mars gezegeninin gözlemlenen hareketinin tek açıklamasının, odağında güneşin yer aldığı elips biçiminde bir yörünge olduğunu buldu. Eliptik yörünge düşüncesi tamamen yeni bir görüş değildi. Bu görüş, 11. yüzyılda Toledolu Arzochel (1029-1087) tarafından öne sürülmüşse de dayandırıldığı veriler son derece yetersizdi. Kepler'in başarıya ulaşmasının nedeni, yörüngelerin bir çember ya da çemberler kümesi olamayacağını gösteren yeterince verinin elde edilmiş olduğu bir çağda yaşamasıydı. Ne var ki, onun çağı da henüz yörüngelerin aslında tam bir elips değil, çok daha karmaşık eğriler çizdiğini görebilmelerine olanak tanıyacak verilerden yoksundu. Bu olgu, ancak Einstein tarafından açıklanabilecekti.

Eliptik yörünge hipotezi ve Kepler'in bir gezegenin kendi yörüngesi içindeki hızını açıklayan diğer iki yasası, Kopernik'in hipotezine yönelik temel astronomik itirazı geçersiz kıldığı gibi, Kopernik'in bile kabul etmiş olduğu gezegenlerin yalnızca kusursuz -yani dairesel- hareketler sergileyebilecekleri biçimindeki Pisagorcu-Platoncu görüşe de ölümcül bir darbe indirdi. Ancak, Kepler'in bu salt astronomik hesaplamaları, nicelik ve dinamik üzerine ileride Newton tarafından yapılacak olan açıklamaların gözlemsel temelini oluşturduysa da, insanların kafalarında tamamen yeni bir evren tablosunun oluşmasına yol açan büyük devrimin gerçekleşmesinde belirleyici bir rol oynamadı.

Teleskop

Gökler alemi hakkında yeni görüşün benimsenmesinde belirleyici rol oynayacak adım, yalnızca uzmanların anlayabildiği astrono-

mik hesaplamaların daha da geliştirilmesi değil, gökyüzündeki tüm cisimleri yeryüzüne indiren ve böylece güneşin, ayın, gezegenlerin ve yıldızların çok daha yakından incelenebilmesine olanak tanıyan somut bir aracın, diğer bir deyişle teleskobun, yani uzak-görürün icadı oldu.

Teleskop, muhtemelen bilimin doğrudan bir ürünü değildi; Hollanda'da gözlük imalatçılığının bir yan ürünü olarak ortaya çıkmış olsa gerek. Rivayet o ki, 1600 yıllarında Lippershey'de bir gözlükçü dükkânında, bir mercekten vitrinde duran bir başka merceğe bakan bir çocuk dışardaki nesnelerin olduğundan daha yakın göründüğünü fark eder. Teleskobun icadı için bilimsel bir dehanın gerekmemiş olması, bu buluşun zamanının aslında çoktan gelip geçmiş olduğunu da gösterir. Teleskop, her zaman için gerek duyulan bir alet olmasına karşın, yapılabileceği düşünülmediğinden böylesi bir girişimde de bulunulmamıştı. Oysa gerekli araç ve yöntemler, aslında üç yüz yıldır el altında bulunmaktaydı. Ne var ki tesadüf eseri de olsa buluşun gerçekleşmesi için, on altıncı yüzyılın artan zenginliği içinde gözlük imalatının nicel bakımdan yoğunlaşması gerekmiştir.

Galileo Galilei

Teleskop çağın en önemli bilimsel aracı olduğunu kanıtlayacaktı. Padua'da fizik ve askeri mühendislik profesörü olan Galileo Galilei (1564-1642), bu konudaki gelişmelerden haberdar olur olmaz kendisi bir teleskop yapmaya ve onu gökyüzüne çevirmeye karar verdi. Galileo zaten inançlı bir Kopernikçiydi; ayrıca, sarkaçların hareketlerine ve düşen cisimlerle ilgili problemlere derin bir ilgi duymaktaydı. Gökyüzü gözlemlerine başladığı ilk birkaç gece içinde dingin evren tablosunu yerle bir etmeye yetecek kadar veri topladı. Ayın pürüzsüz değil, çukur ve dağlarla kaplı bir küre olduğunu gördü; Venüs gezegeninin de tıpkı ay gibi evreleri vardı; Satürn gezegeni ise üç parçaya bölünmüş gibi görünüyordu. Hepsinden önemlisi, teleskopla gökyüzüne bakan herkesin kolaylıkla görebileceği gibi Galileo da Jüpiter'in çevresinde daireler çizen üç tane yıldız ya da ay bulunduğunu gördü. Bu, Kopernik sisteminin âdeta küçük ölçekli bir modeliydi.

Ünlü olma hevesi ve keşiflerinden maddi kazanç sağlama arzusu nedeniyle -ki Galileo bunun salt bir şeyler keşfetmiş olmaktan duyulan hazla asla çelişmediği görüşündeydi- hiç vakit yitirmeksizin bu yıldızların isim babalığını sırasıyla Floransa Dükü'ne (Dük bir Medici'ydi), Fransa kralına ve Papa'ya satmaya çalıştı. Ne var ki, her üçü de gökyüzünde onur kazanmayı fazlasıyla pahalı buldular. Daha sonra, Galileo bu gezegenlerin hareketlerinin pratik bakımdan daha yararlı bir amaç doğrultusunda, denizlerdeki boylamların hesaplanmasında kullanılabileceğini düşündü ve sırrını, boylamların hesaplanması yöntemini bulacak kişiye ödül vaat etmiş olan İspanya kralına ve Hollanda Meclisi'ne satmaya çalıştı. Ancak, bu çabasından da bir sonuç alamadı. ***1.3.187***

Tüm bu girişimler aslında Galileo için bir yan uğraş durumundaydı. O, yeni gözlemlerin devrimci niteliğini anında sezmişti. Kopernik sisteminin ta kendisini, gökyüzünde, herkesin görebileceği bir biçimde ortaya çıkarmıştı. Bu, saklanması değil yayılması gereken bir bilgiydi. Bir ay içinde, 1610 yılında, en çok satılan bilimsel kitaplardan biri olan *Siderius Nuntius*, yani Yıldızlardan Gelen Haberci adlı yapıtını yayınladı. Yaptığı gözlemlerin yalın ve anlaşılır bir özetini içeren bu kitap, büyük bir sansasyon yarattıysa da doğrudan olumsuz bir tepkiye yol açmadı. Yargılanmasına daha yirmi dört yıl vardı. Kopernik'in görüşleri 1618'de mahkûm edilmişti edilmesine ama bu durum, Kopernik'in görüşlerinin gökyüzündeki hareketlerin matematiksel ifadesi olarak görülmesini engellemiyordu. Gökyüzünde ne olup bittiğini salt akıl yoluyla tam olarak bildiklerini iddia eden birkaç dik kafalı Aristocu, gökyüzüne teleskopla bakmayı reddettiler. Akıl ve gözlem farklı tartışma alanlarında tutulabildiği sürece sorun yoktu.

Cisimlerin düşüşü: Dinamik

Fakat Galileo, Kopernik'in estetik tercihinin gözlem yoluyla doğrulanmasının yeterli olmadığı kanısındaydı. Ayrıca, hem böyle bir sistemin nasıl var olabileceğinin açıklanması hem de geçmişte gerek felsefe, gerek sağduyu tarafından yöneltilen itirazların boşa çıkartılması gerekiyordu. Ters yönden esen güçlü bir rüzgâr olmadan dün-

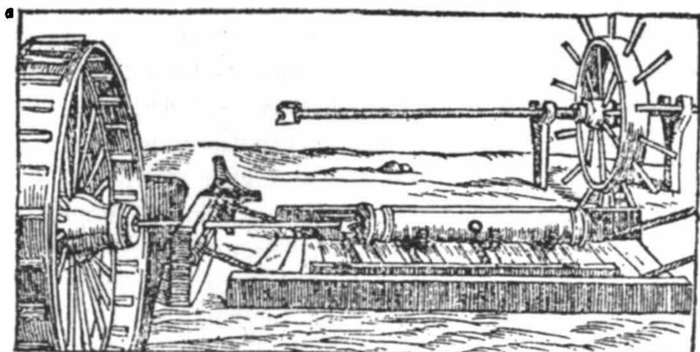
yanın nasıl olup da dönebildiğinin ve havaya atılan cisimlerin neden atıldıkları yerin gerisine düşmediklerinin açıklanması gerekiyordu. Bu ise serbest devinim halindeki cisimlerin ciddi bir biçimde incelenmesi demekti; ki bu problem, top güllelerinin hedefi bulmasının sağlanması bakımından büyük bir pratik önem kazanmış durumdaydı.

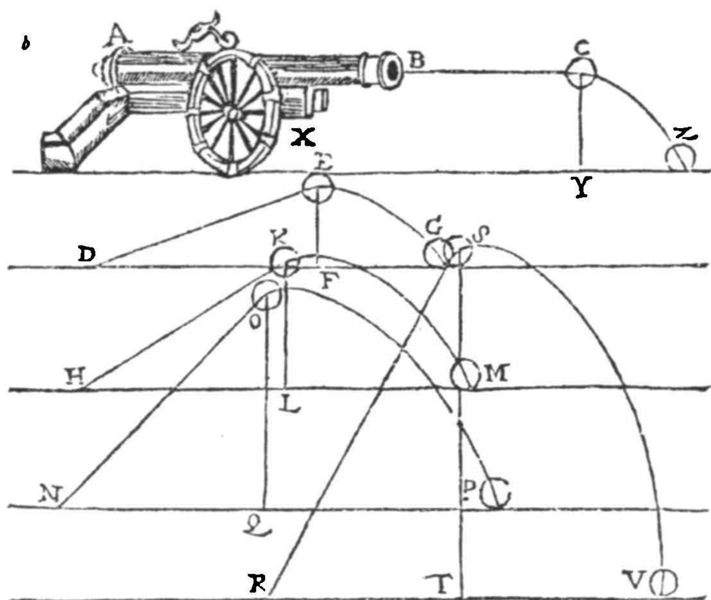
O sıralar Araplar tarafından sonraki çağlara aktarılan ve Parisli Nominalistlertarafından geliştirilen, Filoponus'un itki [impetus] teorisi kabul görmeye başlamıştı. Top güllesinin namludan çıkarken kazandığı itkinin ya da *vis viva*'nın (dirimli kuvvet, hareket enerjisi) -güllenin doğal düşme eğilimini bir süreliğine ortadan kaldırdığı düşünülüyordu. Tortaglia (1500-1557), Benedetti (1530-1590) ve başkaları, 16. yüzyılda bu açıklamayı geliştirerek güllenin ani yükselişi ile doğal düşüşü arasına bir karışık dairesel hareket yerleştirdiler ve böylece, o günün hava topları için hiç de fena sayılmayacak bir yörünge tahmininde bulundular. Ne var ki, bu da mantıksal ya da metamatiksel bir ispattan yoksundu ***4.64*** (Şeki 10).

Deneysel fizik

Galileo başkalarının yapamadığını yaptı ve cisimlerin hareketlerine matematiksel bir tanım getirmeyi başardı. *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar [Dialogues on Two New Sciences]* adlı yapıtında açıkça belirttiği, Kilise ile anlaşmazlığa düşmesinin asıl nedeni olan *Dünyanın İki Ana Sistemi Hakkında Diyalog [Dialogue Concerning the Two Chief System of the World]* adlı yapıtında tam olarak açıklanan bu formülasyon onun hayatının en büyük başarısı olacaktı. Galileo doğru kabul edilen tüm görüşleri sorgulamaya başladı ve bunu yeni bir yöntemle, deney yöntemiyle yaptı. Onun gerçekten Pisa kulesinin tepesinden aşağıya ağırlık atıp atmadığının önemi yok; şunu biliyoruz ki Galileo cisimlerin düşüşünü doğru olarak ölçebilmek için hem sarkaçtan hem de eğik düzlemden yararlandı.

Buna benzer deneyler daha önce hiç yapılmamış değilse bile Galileo'nun deneylerini modern bilimin ilk deneyleri olarak kabul etmek pek de yanlış olmaz. Bunları 13. yüzyıl skolastiklerinin deneylerinden farklı kılan, tanımlayıcıolmaktan çok araştırıcı nitelik





Şekil 10: Rönesans Teknolojisi ve Biliminde Top Atışı

a. Su ve el gücüyle çalışan sondaj topu

Biringuccio'nun Pirotechnia'sından

b. Farklı yükseklik açılarında atılan top mermilerinin yörüngeleri, ilk düz bölüm için itme kuramı geçerlidir.

Cespedes'in Instrumentos Nuevos de Geometria'sından, 1606

taşımaları ve matematiksel teoriyle uyum içine sokulabilecek nicel karakterleridir. Galileo kendi yaptığı deneyler karşısında değişime açık bir tutum takındı. Bir keresinde deneylerini kendisini değil başkalarını ikna etmek için yaptığını söylemişti. Doğayı akıl yoluyla yorumlayabileceği konusunda kendisine güveni tamdı. Bu yanıyla, yaptıkları birer deney olmaktan çok birer açıklama idi. Yine de, modern fiziği bulanık bir sis içinde bırakan kâğıt üzerindeki ideal deneyler yerine bunları tercih etti. Daha da önemlisi, bu deneyler beklemediği sonuçlar doğurduğunda, onları yadsımak yerine kendi savlarını yeniden gözden geçirme yolunu tuttu. Böylece, deneysel bilimin vazgeçilmez unsuru olan, alçakgönüllü davranabilme yeteneğini gösterebildi.

Galileo'nun düşen cisimler üzerine deneylerinin matematiksel yorumunu yapmak, deneylerin kendisini yapmaktan çok daha zor oldu. Kavranması gereken, sürekli hızını değiştiren bir cismin herhangi bir anda belirli bir hıza sahip olabileceği fikriydi. Doğrusu, Galileo başlangıçta bir hata yaptı ve hızın cismin katettiği mesafeyle orantılı olarak kazanıldığını varsaydı. Oysa, sonradan yine kendisinin bulacağı gibi, hız doğrudan cismin düşme *zaman*ına bağlıydı. Cisimlerin düşüşünü ve buna bağlı olarak hem top güllelerinin hem de gökteki ayın hareketini anlayabilmek için, anlaşılması oldukça güç fiziksel bir kavram olan "zamanın belirli bir anındaki hız" kavramını anlamak gerekir. Bu matematiksel bir kavram olan diferansiyele karşılık gelir: dx/dt. İki niceliğin birbirine oranı, niceliklerin kendileri gözle görülemeyecek kadar küçülse bile daima aynı kalır. Galileo, tam olarak formüle etmeden, bu kavramları kullandı. Titiz deneylerle matematiksel çözümlemeleri birleştirerek, görece basit olan cisimlerin düşüşü problemini çözdü ve havanın olmadığı koşullarda düşen cisimlerin parabolik bir yol izleyeceklerini gösterdi. Böylece, sonraki yüzyıllarda olağanüstü başarılı bir gelişim gösterecek olan modern fiziğin yöntemlerinin ilk açık örneğini verdi. Gerçekten de, öncülüğünü yaptığı fiziksel yöntem bütünüyle, yakın zamanlara kadar bilimin temel yöntemi, tüm diğer bilimlerin en sonunda dayanacağı yöntem olarak kabul edildi.

Matematiğin rönesansı

Galileo ile Kepler'in başarıya ulaşmalarını sağlayan, Rönesans'la birlikte filizlenen yeni *matematiğin* ustaları olmalarıydı. Vieto (1450-1603) cebirin yanı sıra trigonometride de gerek bilinen gerekse bilinmeyen nicelikler için harfler kullanarak tüm bir cebirsel tartışmayı *sembolleştiren* en belirleyici adımı atmıştı. Bütünüyle teknik olan bu yöntem, hesaplamaları olağanüstü hızlandırdı ve sözcüklerin kaçınılmaz olarak doğurduğu karışıklığı ortadan kaldırdı. Vieto'nun yanı sıra Cordon'un (1501-1576) ve Tartaglia'nın çalışmaları sayesinde cebirsel yöntemler, niceliklerin sayılara indirgenebileceği her problemi çözmekte kullanılabilecekti. Eski Yunan geometrisi, özellikle Tartaglia'nın 1543'te Arşimet'in eserlerini yayınlamasından sonra hâlâ saygınlığını korumaktaydı. Bununla birlikte, cebirsel yöntemlerle sayısal işlemler artık çok daha kolay yapılabilecekti. Simon Stevin'in (1548-1620) 1585'te ondalık sayıları, Napier'in de (1550-1617) 1614'te logaritmayı işin içine sokmalarıyla muazzam bir pratik adım atılmış oldu. Bu adım, hesap işlemlerini büyük ölçüde kısalttığından, astronomların ve fizikçilerin sayısının artmasında etkili oldu.

Kanıt zincirini tamamlayabilmek için Galileo'nun matematikle mekanik arasında bir köprü kurması gerekiyordu. Bunun nasıl yapılacağı, onun tüm bir hayatı boyunca başlıca uğraşı oldu. Leonardo el yordamı ile mekaniğe nicel bir yaklaşım getirmeye çalışmıştı. Galileo ise daha titiz deneylerden ve daha uygulanabilir bir matematikten yararlanarak mekaniği tam anlamıyla kavradı. Bilimsel mühendisliğin kurucularından biri oldu. Bir diğeri, özgürlük savaşında önemli bir rol oynayan, yeni Hollanda'nın ilk büyük mühendisi Bruges'li Simon Stevin'in ta kendisiydi. Kuvvetlerin bileşimi yasasını bulan ve nicel hidrolik bilimini kuran odur.

Statik ve dinamik: Birincil ve ikincil nicelikler

Büyük kütleli cisimlerin hareketlerini tam olarak anlayabilmek, kuvvetlerin önce denge durumunda -statik halde- ardından dengede değilken -dinamik halde- incelenmesini gerektirir. Galileo'nun yalnızca hareket yasalarının değil maddelerin dayanıklılığı üzerine

tersane ustalarıyla yürüttüğü tartışmalardan çıkardığı matematiksel teorinin de temellerini attığı "*İki Yeni Bilim*" bunlardı. ***4.40***

Galileo, kendisinden önce gelenlerin hepsinden daha açık bir biçimde, maddenin zorunlu ve içsel özelliklerinin -aslında yalnızca matematiksel olarak ele alınabilecek olan ve dolayısıyla kesinlik gösteren özelliklerinin -uzama, konum ve yoğunluk olduğunu belirtti. Diğer bütün özellikler, "tat, koku ve renkler, içinde kendilerini gösterdikleri nesne bakımından salt birer adlandırmadan başka bir şey değildir. Bunlar yalnızca duyarlı bedenlerde var olurlar..." Bu sözler, yeni bilimin taraftarlarınca bir sınırlama olarak değil, bütün deneylerin "boyut, şekil, nicelik ve hareket"ten oluşan temel niteliklere indirgenmesi programı olarak anlaşıldı.

Antik kozmolojinin yıkılışı

Yeni matematiksel-mekanik biliminin genel kabul görmesi için Galileo'nun öncelikle Batlamyus'un göksel küreler sistemini ve onunla birlikte kendisinin de açıkça gördüğü gibi, 2000 yıldan beri yalnızca doğa bilimlerinin değil, toplum bilimlerinin de temelini oluşturan Aristocu felsefeyi yıkması gerekiyordu. Bu görev, Padua'da Aristocu felsefeyi her yönüyle tanımış olan Galileo için biçilmiş kaftandı. O, Aristoculuğun yabancısı değildi; ustayı onun kendi mantığı ile öyle bir çürütüyordu ki, skolastikler bile Galileo'nun görüşlerine katılmasalar da bütünüyle kayıtsız kalamıyorlardı. Bütün çalışmaları, üstü örtülü bir biçimde de olsa, Aristoculara yönelik bir protestoyu içermekteydi. Ama ilk açık saldırısını, 1632 yılında, Papa'ya adadığı *İki Temel Dünya Sistemi -Batlamyusçu ve Kopernikçi Sistemler- Üzerine Diyalog* adlı polemik kitabıyla yaptı. Yalnızca bilginlerin anladığı Latince ile değil, herkesin okuyup anlayabileceği İtalyanca ile yazdığı bu eserde, en önemli konulardaki resmi düşünceleri acımasızca eleştirdi ve alaya aldı. Bu kitap, yeni bilimin ilk büyük manifestosuydu.

Galileo'nun yargılanması

Galileo'nun meydan okuması görmezden gelinemezdi; nitekim bu meydan okumanın sonucu ünlü yargılama oldu. Galileo Kilise'de

olduğu kadar bilim dünyasında da pek çok düşman kazanmıştı. Bunlar, *Diyalog*'un yayınlanmasıyla birlikte suçlamalarını iki katına çıkardılar. Günümüzde, dünyanın ve gezegenlerin hareketi gibi akademik bir konunun nasıl olup da böylesine şiddetli bir çatışmaya yol açtığını anlamak güçtür; fakat o günün koşulları içinde çok şeyin elden gitmekte olduğu korkusu başgöstermişti. Yüzyıllar boyunca süren sert tartışmaların ardından, olağanüstü entelektüel çabalar harcanarak Hıristiyanlık-Aristoculuk uzlaşması güçlükle sağlanabilmişti. Reformun doktriner tartışmaları bile bu uzlaşmayı zayıflatamamıştı. Gökyüzünün yapısı gibi önemli bir konuda söz konusu meydan okuma kayıtsızlıkla karşılanmış olsaydı, ileride gerçekleşebilecek daha büyük saldırıların önüne nasıl geçilecekti ? Zaten Bruno ve Campanello (1568-1639) gibi ateşli Kopernikçiler elde edilen yeni bilgilerden Kilise'nin, hükümetin, toplumsal ahlakın ve mülkiyetin güvenliğini tehdit eden sonuçlar çıkarmışlardı. Bruno yakılmış, Campanello yıllarca hapiste tutulmuştu. Ama Galileo'nun durumu farklıydı; onun bilimsel saygınlığı ve güçlü dostları vardı. Katolikliğinden kuşku duyulmuyordu ve bilim alanı dışında devrimci değildi.

Yargılama ister istemez Galileo'nun değil Kilise'nin düşüncelerine ve mantığına uygun olarak yapıldı. Yargılama sonunda verilecek karar daha baştan belliydi. Fakat ilginç olan, duruşmaların gizli yapılmış olmasıdır. Bunun nedeni, muhtemelen, yargıçların sertliğinin değil görece hoşgörülü tavırlarının açığa çıkmasından duyulan korkuydu. **4.102** Papa ve Papalık Divanı, bilim insanlarından çok Kilise'nin bağnaz mensuplarının olası tepkilerinden çekiniyordu. Galileo mahkûm edildi ve bilindiği gibi, düşüncelerinden vazgeçtiğini bildiren o ünlü açıklamayı yapmak zorunda bırakıldı. Sonuçta, bir arkadaşının sarayına sözümona hapis cezasını çekmeye gönderildi. Buradaki istirahatı sırasında dinamik ve statik üzerine yaptığı çalışmayı tamamlamayı başardı ve ömrünün ilerleyen yıllarında bunları yayınladı.

Galileo'nun yargılanması, bilim ile dinsel dogma arasındaki çatışmayı dramatize ettiği için bir döneme damgasını vurdu. Mahkûmiyet kararı Katolik ülkelerde bile neredeyse tüm bilginler tarafından büyük bir tepkiyle karşılandı. Kilisenin bu açık başarısızlığı yeni deneysel bilime, özellikle Roma'nın otoritesini yıkmış bulunan ül-

kelerde muazzam bir saygınlık kazandırdı. Galileo'nun başarısı eski kozmolojiye yönelik saldırıların doruğa ulaştığını gösterir. O günden sonra eski kozmoloji sessizce terk edildi ve pratik astronomlar Kopernik-Kepler güneş sistemi modelini kullanmaya başladılar. Kırk yıl sonra Kepler'in gözlemsel yasaları Newton'un evrensel yerçekimi teorisi içinde Galileo'nun dinamiğiyle birleştirilecekti.

Manyetizma: Norman ve Gilbert

Bu senteze yol açan fizik alanındaki bir başka yardımcı etken manyetik üzerine yapılan deneysel incelemeydi. Dünya bu incelemeyi, Kraliçe Elizabeth'in hekimi William Gilbert tarafından yayınlanan *De Magnete* adlı yapıtla tanıdı. İncelemenin dayandığı deneysel buluş, denge durumundaki pusula iğnesinin aşağıya doğru eğilmesiydi. Bu durum önce Hartmann (1489-1564) tarafından gözlemlenmiş, ardından bir denizci ve pusula ustası olan Robert Norman (1590) tarafından ayrıntılı olarak incelenmişti. Robert Norman, ne soylu bir aileden gelen ne de tahsil görmüş olan ilk bilim insanlarındandı. *Newe Attractive* (1581) adlı yapıtının önsözünde, haklarının tamamen bilincinde olduğunu gösterir:

> ...Yine de Tanrı'nın izniyle, kimsenin hakkını yemeden, kendime de bir övünç payı çıkarmadan, bu taşın üzerinde bulunan ve bundan önce yazılıp çizilen tüm görüşlere ters düşen yeni bir deneysel gerçeği ortaya koymak istiyorum. Burada bıktırıcı varsayımlara ya da olmayacak hayallere başvurmak istemiyorum. Niyetim tüm savlarımı elimden geldiğince bilimin temelleri olan deneyime, akla ve kanıtlara dayandırmaktır. Gerçi kimi matematik bilginleri, bunun bir teknisyenin ya da denizcinin işi olmadığını söyleyebilirler -nitekim bunu açıkça yazanlar da oldu- ama bu, boylamları belirlemenin de teknisyenin veya denizcinin işi olmadığı anlamına gelir; çünkü, bu da ancak geometrik kanıtlama ve aritmetik hesaplama yoluyla yapılabilir. Onlara kalırsa, Apelles'in Latin özdeyişinde söylediğinin, *Ne sutor ultra crepidam*, [*Ayakkabıcı, ayakkabının daha yukarısı değil!*] (Bilmediğimiz şeyler hakkında

konuşmamalıyız anlamında. Ressam Apelle çizmekte olduğu ayakkabı hakkında bir ayakkabıcıya danışır. Ayakkabıcı resmin geri kalanı hakkında da yorum yapmaya başlayınca Apelle onu nazikçe sınırları aşmaması için uyarır. ç.n.) aksine, tüm teknisyenler ve denizciler cahildir ya da en azından bu tür konularla ilgilenmek için gereken donanımdan yoksundur. Oysa ben bu bilim dallarında öğrenim görmüş, çalışma odalarında kitapların içine gömülüp büyük sorunlar üzerine kafa yoran ve ayakları havada zorlama fikirler kaleme alan, ilk bakışta akla yatkın görünen yanıltıcı, süslü sözlerle bütün teknisyenlerin böyle olduğunu söyleyen bu alimlerin, bildiklerini bu teknisyenlere aktarmaya zorlanmaları gerektiği kanısındayım. Böylece hem teknisyenler kendilerini geliştirirler, hem de bu bilginler uygulamaya çekilmiş olur. Öte yandan, bu ülkede öyle teknisyenler var ki, kendi mesleklerinde ve usta oldukları çeşitli alanlarda bütün bu bilimlerden kolayca yararlanabilirler. Bu bilimleri avuçlarının içi gibi bilir ve bunları amaçları doğrultusunda kendilerini mahkûm eden alimlerden çok daha etkili bir biçimde kullanabilirler.

Aktardığım bu uzun pasaj, âdeta yeni zanaatkârların eski bilginlere meydan okuduğu bir manifestodur. Bu meydan okuma, bir urgancı ustasının oğlu olan Gabriel Harvey'in (1545-1630) polemiklerinde de yankısını bulur. Harvey, aynı iddiaları edebiyat alanında dile getiren ve haklılığı çok geçmeden bir eldivencinin oğlu olan William Shakespeare tarafından kanıtlanan Spenser'in de dostuydu. Harvey şöyle yazıyordu: ***4.51***

Matematik teknisyeni Humfrey Cole'u, gemi yapımı ustası Matthew Baker'ı, mimar John Shute'u, denizci Robert Norman'ı, topçu William Bourne'u, çan ustası John Hester'i ya da bunlar gibi zeki ve usta, pratik adamlarını bilen bir kimse eğer uzman zanaatkârları ya da mektep medrese görmemiş de olsa kavrayışlı ve çalışkan bir ustayı hor görüyorsa, o kişi burnu havada, kibirli bir insandır. (Cole, Baker, Shute, Norman, Bourne ve Hester daima hatırlanacak, yüce Klark'lar ise

> unutulup gidecektir.) ... Hangi büyük matematikçi Digges, Hariot ya da Dee gibi üretken teknisyenlere saygı duymaz ? Bırakın herkes kendi alanında ve kendi seviyesinde hak ettiği yeri alsın. Bırakın cesur mühendisler, iyi Daedalistler, hünerli Neptüncüler, harika Vulkanistler (Plutoncular) ve Merkürcü iş güç sahipleri; yani zanaatında usta olan herkes, kendi sırrının piri olan herkes topluma ya da kendi mesleğine yaptığı hizmet oranında saygı görsün.

Yine de bilginlerin yerine getirecekleri önemli görevler bulunmaktaydı. Yeni zanaatkâr-bilim insanları kendi ayakları üzerinde durmayı öğrenene kadar onlara geçmişin bilgisini aktarmaları ve mevki-servet sahibi kişilerle olan ilişkilerini kullanarak yeni bilimlerin benimsenip desteklenmesini sağlamaları gerekiyordu. Gilbert her iki görevi de hayranlık uyandıracak bir biçimde yerine getirmeyi başardı. Onun *De Magnete*'si, İngilizce yazan Norman'ın veya Harvey'in eski filozofların körlüğüne karşı kullandıkları dile benzer bir biçimde ağır Latince küfürlerle dolu olmasına karşın, yine de tüm bir bilginler dünyasının onayını alacak ölçüde ustalıkla kaleme alınmıştı. Norman'ın kitabı ise daha çok denizcilerin ve pusula yapan ustaların işine yaramış olsa gerek.

De Magnete, yeni bilimsel tutumu ortaya koyan başlı başına dev bir yapıttı. Gilbert kendini dengelerle sınırlamadı; deneylerden yeni genel düşüncelere ulaştı. Bunların içinde çağının hayal gücünü en çok zorlayan düşünce, gezegenleri yörüngelerinde tutan şeyin *çekim-gücü*nün manyetik özelliği olduğu görüşüydü. Bu görüş, göksel düzenin fiziksel açıdan ilk akla yatkın ve safsatadan tamamen uzak açıklamasını oluşturuyordu. Bu açıklama kuşkusuz, kuvveti ancak temas halindeki maddi cisimlerin itkisi olarak kavrayabilen fizik-kafalı bilimin sonlarına karşı tartışmalarında Newton'a büyük bir kolaylık ve destek sağladı.

İnsan vücudunun mekaniği

Bununla birlikte, eski görüşlerin yerini yenilere bıraktığı alanlar gökyüzü ve taşlarla sınırlı değildi. Eşzamanlı olarak iç evren –insan

vücudunun doğası– üzerine eski anlayışa karşı da aynı ölçüde başarılı bir saldırı yürütülmekteydi. Aristocu dünya tablosu esas olarak yeryüzüne ve insana odaklanmıştı. Evrenin merkezinde bulunan insanın gezegenlerle ilişki kurmasını sağlayan birtakım etkiler ve ruhlar yoluyla evrenin her parçasıyla doğrudan temas halinde olduğu varsayılıyordu. İnsanın kendisi tek başına küçük bir dünya, bir mikrokozmostu. Bu dünyanın işleyişi, Galen'e kadar gelen Yunanlı hekimler tarafından ayrıntılarıyla ortaya konmuştu. Batlamyus'un gökyüzü betimlemesi gibi Galen'in insan vücudunun işleyişi üzerine betimlemesi de bir bakıma yasa olarak kabul edilmişti. Rönesans'ın yeni anatomisi, özellikle de Vasalius'un çalışmaları, Galen'in çizdiği tablonun hatalı olduğunu gösterdi. Ne var ki alternatif açıklama, ancak sorun anatomiyi Rönesans'ın makinelere -körükler, pompalar, valflar– olan ilgisiyle birleştirmiş, bütünüyle yeni bir yaklaşımla ele alındığında bulunabildi.

Harvey ve kan dolaşımı

Kan dolaşımının kavranması, iyi bir aileden gelen, Padua'da öğrenim gören ve böylece İtalyan anatomi geleneğini, İngiltere'de yeni yeni kendisini göstermeye başlayan deneysel bilime yönelik ilgi ile birleştirmesini bilen William Harvey'in (1578-1657) eseri olacaktı. Harvey'in amacı kanın vücuttaki hareketine mekanik bir açıklama getirebilmekti. 1628'de yayınlanan *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis* adlı yapıtı, yeni türde bir anatomi ile fizyolojinin kanıtıdır. Söz konusu olan artık yalnızca parçalayıp inceleme [dissection] ve betimleme değil, etkin bir inceleme, pratik deneyler yoluyla yürütülen hidrolik mühendislik araştırmasıdır. Harvey'in işi oldukça zordu; yeni sistemini, onu somut delillerle doğrulayacak bir Galileo'nun yokluğunda ortaya koymak zorunda kalan bir Kopernik gibi eli kolu bağlıydı. Mantıksal olarak, dolaşımın var olması gerektiğini ispatlayabilirdi, çünkü vücudun kendiliğinden sağlayabileceğinden çok daha fazla miktarda kan kalbin bir tarafından çıkıyor, öteki tarafına geri geliyordu. Ne var ki Harvey, kanın kalbin bir tarafından öteki tarafına nasıl ulaştığını *göremedi.* Kanın içinden akıp gittiği kılcal damarlar, ileride bir başka optik camı, *mikroskobu,* kullanan Malpighi (1628-1694) tarafından gözler önüne serilecekti.

Harvey'in deneylerden uslamlama yoluyla vardığı mantıksal sonuçlar, Galenci antik fizyoloji üzerinde tıpkı Galileo ve Kepler'in buluşlarının Platoncu ve Aristocu astronomi üzerinde yaptığı devrimci etkiye benzer bir etkide bulundu. Harvey, insan vücudunun hidrolik bir makine gibi görülebileceğini, bedenin içinde yaşadığı sanılan gizemli ruhların gerçekte var olmadıklarını gösterdi. Ancak onun kendine özgü görüşleri, beden ile dünya arasında kurduğu koşutlukla, Galileocu olmaktan çok Kopernikçi ve Keplerci olarak kaldı. Şöyle yazacaktı örneğin:

> Demek ki kalp yaşamın başlangıcı, mikrokozmosun güneşidir. Nasıl ki güneş dünyanın kalbi olarak adlandırılmayı hak ediyorsa, nitelikleri ve düzenli vuruşlarıyla kanı harekete geçiren, kusursuzlaştıran, canlandıran ve çürüyüp irin haline gelmekten koruyan kalp de yaşamın temeli ve yaratıcısı olarak mikrokozmosun güneşi adını almayı hak etmektedir. ***4.5.56***

Böylece Harvey kalbi bedende, güneşin evrende bulunduğu yere, saltanatlı ve merkezi bir konuma oturtur. Harvey'in, kan dolaşımının mekaniğini kusursuz bir biçimde kanıtlaması, organizmanın bir makine olduğu düşüncesine büyük bir ağırlık kazandırdı. Bununla birlikte, ileride, bu makinenin 16. ve 17. yüzyıl insanlarının sandığından çok daha karmaşık olduğu anlaşılacaktı.

Ne var ki Harvey'in yöntemi tıpta Paré gibi cerrahlar tarafından insanların kan kaybından ölmelerini önlemek amacıyla uygulanan yöntemleri haklı çıkarmanın dışında kısa zamanda pek etkili olamadı. Oysa bu buluş, akılcı bir fizyolojinin temeli olarak kesinlikle gerekliydi. Harvey'in çalışmaları sonucunda elde edilen organizma tablosu, "sulanmış tarlalar"olarak adlandırabileceğimiz, besleyici ve kimyasal bir yolla kan dolaşımının her birini geri kalanıyla ilişki içinde tuttuğu bir dizi organdır.

Kimya

Bu anlayışa ulaşılması oldukça gecikti, çünkü 1540-1640 yılları arasında kalan yüzyıl boyunca kimya alanında kaydedilen ilerlemeler pek de parlak değildi. Kendisini kimyaya adamış tek olağanüstü

zekâ, tıp eğitimi almış bir soylu ve Paracelsus'un izleyicisi olan Van Helmont'tu (1577-1634). Van Helmont, Paracelsus'un mistik görüşlerini benimsese de, kendisinin onun tumturaklı diline ihtiyacı yoktu. Kimya alanındaki görüşleri, hava ve su dışında bir unsur olmadığına inanan İyonyalılara kadar uzanır. Fakat bu görüşü felsefi bir hipotezden çok deneysel bir yargıydı. Çünkü, yalnızca su koyduğu bir çömlek içinde tohumdan bir söğüt ağacı yetiştirmişti. Ayrıca gaza kaos ismini veren ve onu izleyen kişidir. Böylece, kimyanın gelecekteki zaferine giden yolu göstermiş oldu. Van Helmont'un çalışmaları dışında kimya kendi ağır, düzenli ilerleyişini sürdürdü; deneysel temellerini geliştirdi, ölçümlerini daha bir titiz hale getirdi ve alkol damıtımı başta olmak üzere uygulama alanını yaygınlaştırdı.

7.6. YENİ FELSEFE

Gezegenlerin hareketi ve kan dolaşımı konularında büyük güçlüklerle gerçekleştirilen iki önemli buluş, Galileo'nun öldüğü, Newton'unsa doğduğu yıl olan 1642'ye gelindiğinde artık iyice yerleşip benimsenmişti. Bilimsel devrimin ilk entelektüel hedefine ulaşılmış, yerine yenisi ancak kaba hatlarıyla konulabilmişse de klasik dünya anlayışı tamamen yıkılmıştı. Böylece, doğayı anlamak ve fethetmek için yeni araçlar bulunmuştu. Fakat bunların henüz çok azı genel bir uygulama alanı bulabilmişti. Teleskop bilimsel olmaktan çok teknik bir buluşltu. Düşüncedeki devrimin sonuçlarının pratikte kendisini hissettirebilmesi için önce yeni bilimin sunduğu olanakların eğitimli sınıflar tarafından kavranmasının yanı sıra kendi politik devrimini yapmakta olan yeni girişimciler sınıfına da -tüccarlara, denizcilere, imalatçılara, devlet adamlarına ve ilk ilerici kapitalistlere de- adam akıllı kavratılması gerekiyordu. Galileo bunu yapmaya çalıştı; ancak öyle bir ülkede yaşıyordu ki bu ülke *canlılığını*, çoktan yitirmiş, Karşı Reform tarafından hızla gericiliğe sürüklenmiş ve orada çakılıp kalmıştı.

Geleceğin habercileri: Bacon ve Descartes

Kültürel bakımdan yeni fakat çok daha etkin olan Kuzey ülkelerinden iki adam -Bacon ve Descartes- bu görevi üstleneceklerdi.

Bu iki önemli figür Ortaçağ bilimi ile modern bilim arasındaki dönemeçte sahne aldılar. Her ikisi de bilgiye erişmenin (dünyayı tanıyıp kavramanın) mümkün olduğunu gören ve bunu cümle aleme duyurmayı kendilerine iş edinen gerçek birer öncü ve yayıncı [publicist] idiler. Bilgi konusundaki yaklaşımları birbirinden çok farklı olmasına karşın, her ikisi de evrensel çapta insanlardı. Mizaç bakımından da onlar kadar birbirine zıt iki kişi daha bulmak güçtür. Birisi kurnaz, çıkarcı, ileride toplumsal olayların daima odağında yer alacak olan azametli bir avukat; diğeri son derece içe kapanık, münzevi, eski bir paralı askerdi. Her ikisi de, kendi ülkelerindeki bilimsel devrimin niteliğini yansıtan tipik birer örnektir.

Bacon esas olarak yeni hareketin pratik yanı, sanatların gelişimine yaptığı katkı ve yaşadıkları dünya hakkında daha sağduyulu bir değerlendirme yapılmasında sağladığı yararlar üzerinde durdu. Ömrünü Elizabeth ve Jakoben İngiltere'sinin saraylarında geçiren Bacon, karşılaştığı güçlüklerin katı düşünce sistemlerinin varlığından çok genel olarak kabul edilebilecek yeni bir felsefenin sağlam kurumsal temellerini atma ihtiyacından ileri geldiğini gördü. Bu yeni felsefe yalnızca eski görüşlerin yerini almak üzere değil, aynı zamanda Reform hareketlerinin İngiltere'de yol açtığı fikir karmaşasını gidermek amacıyla ileri sürülmüştü. Descartes ise Fransa'nın resmi üniversitelerinde yuvalanmış olan Ortaçağ düşünce sistemine karşı savaşmak zorundaydı. Bu savaşımda da ancak onlarınkinden daha açık ve daha etkileyici bir mantığa başvurarak başarılı oldu.

Yeni organon ve metod üzerine konuşma

Bilimsel yöntem anlayışları çok farklı da olsa, her iki düşünür de yöntem üzerine bir hayli kafa yormuşlardır. Bacon'un savunduğu; materyal toplamaya, büyük ölçekli deneyler yapmaya ve saf bulgulardan sonuçlar çıkarmaya dayanan, özünde *tümevarımcı* bir yöntemdi. Açık düşünce yoluyla ussal olarak bilinebilecek her şeyin kavranmasının mümkün olduğunu, deneyin esas olarak *tümdengelimci* düşüncenin bir yardımcısı olduğunu savundu. Ancak ikisi arasındaki en önemli fark, Descartes'in bilimini bugün neredeyse tamamen

unutulmuş olsa da o zamanlar Ortaçağ'ın skolastik sisteminin yerini alabilecek bir dünya sistemi kurmak için kullanmasına karşın, Bacon'un ortaya bir sistem koymayıp, yeni sistemlerin kolektif inşacısı olarak hareket edecek bir *örgütlenme* önermekle yetinmesidir. Bacon'un işlevi, kendi görüşüne, yalnızca bu sistemi kuracak olan yapıcılara yeni bir alet -*Novum Organum*'un mantığını- sunmaktı.

> Bacon ve Descartes bu anlamda birbirlerinin tamamlayıcısıdırlar. Bacon'un örgütlenme anlayışı, ilk etkili bilim topluluğu olan Kraliyet Akademisi'nin kurulmasını sağlamıştır. Descartes'in sistemi, geçmişle olan bağlarını koparıp atarak tamamen nicel ve geometrik bir tarzda, maddi dünya hakkındaki tartışmanın temeli olabilecek bir dizi kavram ortaya koydu.

Bununla birlikte her iki filozofun düşüncesi de farklı biçimlerde de olsa kaçınılmaz olarak Ortaçağ'a özgü görüşlerin derin izlerini taşır. Francis Bacon ansiklopedistlerin, adaşı Roger Bacon ile Vincent de Beauvois'in ya da daha da gerilere gidilecek olursa Pliny'nin ve bizzat Aristo'nun geleneğine bağlıydı. O her şeyden önce ve her şeyden çok meraklı bir doğacı idi; yeni matematiksel felsefe konusunda bilgisi olmadığı gibi, ona dönük bir sempatisi de yoktu. Yöntemi "idol"lerden ya da eski filozofları yoldan çıkaran düşüncelerin sahte cazibelerinden kaçınmaya dayanan büyük ölçüde yadsımacı bir yöntemdi. *Yeni Atlantis* **4.6** adlı yapıtındaki Hz. Süleyman'ın düşsel evi bir tür evrensel laboratuvar, Tycho Brahe'nin Uraniborg'daki gerçek gözlemevinin idealleştirilmiş bir haliydi. Hz. Süleyman'ın evi daha sonraki bilim enstitülerine de esin kaynağı olacaktı. Bacon deneye inanan biri olmakla birlikte kendisi deneyci değildi. Karmaşık durumlardan gerçeği çıkarsamak için gerekli olan -Galileo'nun büyük bir ustalıkla kullandığı- soyutlama ve indirgeme yöntemlerini asla tam olarak kavrayamadı. Bacon, Antik Çağlar'ın sakıncalı görüşlerinden arındırılmış sistemli basit deneylerin bilgiye ulaşmak için yeterli olduğunu düşünüyordu. Bilimsel inaçları özgün değildi; bunları okuduklarından, özellikle de eleştirmesine karşın "modernlerin ilki" olarak adlandırdığı Telesius'un yazdıklarından edinmişti.

İtalyan Telesius (1509-1588), rakip bir sistem kurarak Aristo'yla olan bağları tamamen koparıp atan ilk bilgindi. En önemli katkısı, Aristo'nun biçimsel ve ereksel nedenler anlayışını terk ederek yerine yalnızca maddi ve etkili nedenleri koymuş olmasıdır . Telesius'un görüşleri Anaximenes'in görüşlerini andırır. Onun evreni, sıcak ve soğuk içsel ısı gücü ile çalışmaktaydı. Enerji doktrininin habercisi olan bu görüş, enerjinin korunumu düşüncesini de kısmen içermekle birlikte nicel bakımdan Çin felsefesindeki Yang ve Yin'den çok da ileri değildi .

Bacon bilimsel kariyerinin başından itibaren, "Bilimlerin gerçek ve meşru amacı, insan yaşamının yeni buluş ve güçlerle zenginleştirilmesidir" öğretisini yaymak için kolları sıvadı.

Kendisini bir bilim insanı ve kâşiften çok bilimin ve yeni buluşların teşvikçisi olarak görüyordu: "Benim üstlendiğim görev, diğer büyük dehaları bir araya gelmeye çağıran zili çalmaktan ibarettir." Profesör Farrington, Francis Bacon üzerine yaptığı hayranlık uyandıran incelemesinde Bacon'un şu sözlerini aktarır: ***4.37***

> İnsanlığa sunulabilecek hizmetlerden hiçbiri insanın yaşam koşullarını iyileştirecek yeni becerilerin, maddi olanakların ve yararlı araç-gereçlerin ortaya çıkarılması kadar önemli değildir. İlkel çağların kabainsanları arasından çıkan mucit ve kâşifler boşuna kutsanıp Tanrı katına çıkarılmamıştır. Şu bir gerçektir ki kentlerin kurucularının, yasa yapıcıların, toplumun ileri gelenlerinin, tiranları yok edenlerin ve bu sınıfın bütün kahramanlarının yaptıkları olumlu işlerin etkisi dar bir alanla sınırlı kalmış ve kısa sürmüştür. Oysa mucitlerin eserleri pek öyle gösterişli olmasalar da etkisini her yerde ve sonsuza kadar hissettirmektedir.

Fakat hepsinden önemlisi, bir insan yararlı da olsa özel bir icat üzerine kafa yormak yerine doğada, mevcut bilgimizin çevresini kuşatan sınırların ötesini aydınlatan ve böylece çok daha ilerisini görmemizi, dünyada en gizli kapaklı, en bilinmedik ne varsa hepsini bulup ortaya çıkarmamızı sağlayan bir ışık yakmayı başarmışsa, (kanımca) o kişi insan soyunun

gerçek velinimeti, insanlık imparatorluğunun evrendeki savunucusu, özgürlüğün koruyucusu, zorunluluk dünyasını zapt edip onu insan iradesine boyun eğdiren fatihtir.

Bacon, haklı olarak bilime yeni bir yön veren, onu bir kez daha kesin bir biçimde sanayinin gelişmesi davasına bağlayan ilk büyük adam olarak görülür.

Ampirik eğilimiyle Bacon, kaçınılmaz olarak doğada önceden belirlenmiş tüm sistemlere karşıydı; o, iyi örgütlenmiş ve donanımlı bir araştırmacılar topluluğu kurulabilmesi durumunda olguların gücünün er ya da geç bizi gerçeğe ulaştıracağına inanıyordu. Descartes'in yöntemine gelince; bu, kendisinden önceki okulların yöntemlerinin daha doğrudan bir devamı niteliğindeydi. Ancak şu temel farkla: Descartes'in kurmayı istediği sistem *onların*ki değil *kendi* sistemiydi. Bunu yaparken de Rönesans'ın büyük özgürleştirici niteliklerinden olan, büyük denizcilerde, *Conquistadores*'de [16. yy.'da Orta ve Güney Amerika'yı fetheden İspanyol fatihler], feodal dönemin sonu ile bireysel girişimciliğin başlangıcını karakterize eden "otoriteye karşı her türlü meydan okuma"da kendisini gösteren bir özgüven ve gurur sergiledi.

Bilinçsizce de olsa Descartes'in sistemi, yıkmak istediği sistemin bir parçası oldu. Onun sisteminde de tümdengelimci mantık ve doğruluğu apaçık ortada olan önermeler üzerinde aynı ısrar görülmekteydi. Fakat bunlarla yola koyulan Descartes, Ortaçağ'daki ve hatta Klasik Çağ'daki öncellerinden daha ileri sonuçlara varabilmek için, ustası olduğu *matematikt*en yararlandı. Onun en önemli matematiksel katkısı, koordinat geometrisini kullanmasıydı: Bununla bir eğri, sabit eksenleri belirten koordinat değerlerine bağlı bulunan bir denklemle tam olarak çizilebilmekteydi. Bu, bir geometri haritası yapmaktan öte bir şeydi. Bu, Yunan continuum *-geometri-* bilimi ile Babil-Hint-Arap tarzı sayı değişkenler hesaplaması *-cebir-* arasındaki eski ayrımı ortadan kaldırdı. Bundan böyle bu iki güç, o güne kadar ele alınamamış sorunlara eğilmek üzere birleşmiş bulunuyordu.

Descartes eski felsefeye yönelik saldırısında cesur olduğu kadar akıllı ve ihtiyatlıydı da. Katolik İtalya'da Bruno'nun ve Kalvinci Ce-

nova'da Servetus'un yakılmalarına yol açan örgütlü dinle doğrudan bir çatışma içine girmek istemiyordu. Uysal davranmaya ve koşullara ayak uydurmaya hazırdı; bunu da dahice bir yöntemle yaptı. Bulduğu yöntem yüzyıllar boyunca bilim yapılmasını olanaklı kıldıysa da, bunun neye mal olduğunu daha yeni yeni anlamaya başlıyoruz.

Birincil ve ikincil nitelikler

Descartes gözlerimizin önündeki evreni kendisinden önce gelen başka herkesten çok daha kesin bir biçimde, biri maddi diğeri manevi olmak üzere iki bölüme ayırdı. Roger Bacon ile Francis Bacon'un da aralarında olduğu Araplardan Ortaçağ'daki skotçulara kadar uzanan diğer filozoflar bilgiyi ancak inanç ya da vahiy yoluyla gelmesi koşuluyla kabul ediyorlardı . Ne var ki bu sofu tavır belli bir amaca yönelik idi ve Tanrı'nın usa aykırı olduğu imasını barındırdığından itiraza açıktı. Descartes'le birlikte bu ayrım felsefenin ayrılmaz ve ussal bir parçası haline geldi. Bu, onun duyusal deneyimi önce mekaniğe ardından da geometriye indirgemesinin mantıksal sonucuydu. Uzama [extension] ve hareket Galileo'nun yanı sıra Descartes'in de "temel" olarak kabul ettiği tek fiziksel gerçeklikti. Renk, tat, koku gibi varlığın öteki çehrelerini "tali" nitelikler olarak tanımladı. Bunların da ötesinde fizik açısından çok daha erişilmez olan bir alan vardı: Tutkular, irade, sevgi ve inanç alanı. Descartes'e göre bilim birinci kümeyle yani fiziğin temelleri olan ölçülebilir niteliklerle ilgilenmekteydi. Az da olsa ikinci kümeyi de ele alabilir, ama vahiy dünyasına ait olduklarından üçüncüleri konu edinemezdi. **4.31** Descartes'e göre, insan da içinde olmak üzere bütün hayvanlar birer makineden başka bir şey değildi. Kuşkusuz, uzuvlarını fiziksel ilkelere göre hareket ettiren bu bütünüyle mekanik insanla, onun içinde yaşayan ussal ruh ve irade arasında bir bağlantı olması gerekiyordu. Descartes safça olmakla birlikte ilk bakışta hiç de hafife alınamayacak olan şu düşünceyi ortaya attı: Bu bağlantı, sürüngen atalarımızdan bize yadigâr kalan fakat bugün artık işlevini yitirmiş olan bir çift göz -beyin epifizi- aracılığıyla korunmaktaydı; kafatasının hemen altında bulunan bu beze, rasyonel ruhun oturduğu, değilse bile en azından bedene girdiği yerdi.

Din ile bilimin birbirinden ayrılması

Descartes'in yaptığı bu ayrım, o günden sonra, dinin alanına girilmedikçe bilim insanlarına dini müdahalelerle karşılaşmaksızın çalışmalarını özgürce yürütme olanağı sağladı. Bilim insanlarının söz konusu alanlardan uzak durması çok güç olsa da bu ayrım, kendisini dinsel ya da siyasal çatışmaların dışında tutacak olan saf bilim insanı tipinin doğmasına yol açtı. Descartes'in kendisi de bir ölçüde bunu yapmak zorundaydı. Çünkü söylentilere bakılırsa Descartes *Dünyanın Sistemi* adlı yapıtını yayınlamaya hazırlandığı bir sırada, Galileo'nun yargılandığını duymuş ve bu işin artık eskisi gibi yürümeyeceğini anlamıştı. Kilise, dinsel dogmalara olan inancın sürdürülmesi için Aristocu-Tomacı sistemin gerekli olduğuna inanıyordu ve bunların sorgulanmasına yol açacak başka hiçbir sistemi hoş görmemeye kararlıydı. Bu yüzden Descartes, kendi sisteminin daha iyi olmasa bile en az eski sistemler kadar başarılı bir biçimde Tanrı'nın varlığını kanıtlayabileceğini gösterme çabasına girişti. Ünlü "*Je pense donc je suis*" -"Düşünüyorum, öyleyse varım"- indirgemesinden, tüm insanlar kendilerinden daha kusursuz bir şeyi kavrayabildiklerine göre kusursuz bir varlığın da olması gerektiği sonucunu çıkardı. Descartes'in sistemi teolojik saldırılara karşı kendisini savunabilsin diye öylesine özenle donatılmıştı ki, Fransa gibi katı Katolik bir ülkede bile üniversitelerin protestolarına rağmen Descartes yaşadığı sürece ve hatta ölümünden sonraki yüzyıl boyunca felsefi bir sistem olarak kabul gördü.

Descartes'in sistemi matematiksel ve gözlemsel içeriğinin zengin olmasına karşın özünde yeni bilimin ne olması gerektiğine dair görkemli bir şiir ya da destandı. Bu onu hem çekici hem de tehlikeli kılıyordu. Sistem deneylere sağlamca dayalı sonuçlarla, Descartes'in ünlü *Yöntem*'i uyarınca sırf *açıklık*ları gerekçesiyle seçilen ilk ilkelerden çıkarsanan sonuçların bir karışımıydı. Bu açıklık arayışı Fransız biliminin o zamandan beri hem bir övünç kaynağı hem de zayıf noktası oldu. 18. yüzyılın dinamik ve kimya bilimleri ile 19. yüzyılın bakteriyolojisinde olduğu gibi, doğru fakat karmakarışık bilgi yığınına çekidüzen verilmesine yardımcı olurken, başka alanlarda ise kısır, beylik ve yalan yanlış basitleştirmelere dönüşüp yozlaştı.

Descartes tek bir insanın girişeceği felsefi çalışmaların sınırlılığını gördü ve doğru bir dünya sistemi kurulması işinin birçok beynin birlikte çalışmasını gerektirdiğini kavradı. *Discours De La Méthode* [Metod Üzerine Konuşma] adlı yapıtında deneylerden söz ederken şunları söyler:

> Yapılması gereken öyle çok deney var ki, bunları gerçekleştirmeye ne ellerim ne de servetim yeter; dahası elimdekinin bin katına sahip olsaydım bile yine de amacımı gerçekleştirmeme faydası olmazdı... Eserimde deneylerin herkese sağlayacağı yararları göstermek ve insanlığın iyiliğini isteyen herkesten, yani sözde değil gerçekten erdem sahibi olan kimselerden kendi öz deneyimlerini bana iletmelerini ve böylece hâlâ yapılması gereken araştırmalarda bana yardımcı olmalarını istemek zorundayım.

Başka bir yerde de vardığı sonuçların yayınlanmasını haklı göstermek için şunları yazar:

> Bunlar bana, yaşamda son derece önemli olan bilgilere ulaşmanın mümkün olduğunu gösteriyor. Okullarda öğretilen bu kuramsal felsefe yerine pratik amaçlara hizmet eden bir felsefe bulunabilir. *Bu sayede, farklı iş kolları ve zanaatları tanıyıp öğrenebildiğimiz gibi ateşin, suyun, havanın, yıldızların, göğün ve çevremizi kuşatan tüm diğer cisimlerin gücünü ve hareketini de öğrenebilir; bütün bu bilgileri yararlı amaçlar doğrultusunda kullanabilir ve böylece doğanın efendisi ve sahibi haline gelebiliriz.* Bu yalnızca dünyanın bütün nimetlerinden sorunsuz yararlanmamızı sağlayacak sonsuz sayıda hünerin icadı için değil, esas olarak *sağlığın* korunması için de istenilen bir şeydir.

Görüldüğü gibi Descartes son ereği bakımından aslında büyük hayranlık duyduğu Bacon'dan pek farklı düşünmez. Bacon ve Descartes, her ikisi de deneysel bilimin konumunu yükseltmiş ve ona seçkin çevrelerde edebiyatınkine benzer bir saygınlık kazandırmışlardır. Onların döneminden başlayarak ilgi duyulan ve tartışılan ko-

nuların odağında yer alan, eski okulların felsefesi değil, bu yeni doğa felsefesi olmuştur. Ancak aradan bir iki yüzyıl geçtikten sonradır ki bu felsefe İngiliz üniversitelerinde kendine bir yer bulabilmiştir.

Artık bu doğa felsefesinin geniş çapta yayılmasının ve ilk meyvelerini vermesinin zamanı gelmişti. 1650-1690 yılları arasındaki bir sonraki dönemde sıra Bacon'un düşlediği "Büyük Onarım", ya da bizim deyişimizle "Yeniden İnşa" aşamasına gelmişti. Bacon düşünü şu sözlerle dile getirmişti:

İnsanların, bunun paylaşılması gereken bir düşünce değil gerçekleştirilmesi gereken bir iş olduğuna inanacaklarını, benim de herhangi bir mezhebin ya da doktrinin değil de, yalnızca insanlığın mutluluğunun ve gücünün temellerini atmaya çalıştığımdan kuşku duymayacaklarını umuyorum.

7.7. ÜÇÜNCÜ EVRE: BİLİM OLGUNLAŞIYOR

Modern bilimin kuruluşunun üçüncü ve son evresine, 17. yüzyılın ikinci evresinde ulaşıldı. Daha önce de gördüğümüz gibi bunun için gerekli olan entelektüel zemin, önceki birkaç yüzyıl içinde feodal-klasik teorilerin yıkılmasıyla hazırlanmış durumdaydı. Bu, her ne kadar bilimin daha da ilerlemesini ve sağlam temellere oturtulmasını mümkün kılsa da, elli yıldan kısa bir zaman içerisinde modern bilimi bütün alanlarda fiilen yaratacak olan canlı etkinliklerin patlak vermesinin ne tek ne de başlıca nedeniydi. Bu muazzam gelişme o zamana dek görülmemiş ve sonra da bir benzeri görülmeyecek ölçüde yoğunluk kazanmıştı. Başlıca merkezler Londra ve Paris'ti. Çünkü İtalya ile Hollanda'daki etkin bilim insanları kendi ülkelerinde böylesi merkezler bulamıyorlardı. Orta ve Doğu Avrupa'daki bilim insanları ise o sıralar henüz yoğun bir etkinlik içinde değildiler.

Bu hızlı gelişmeyi mümkün kılan ve yoğunlaşmasını sağlayan temel koşul, her şeyden önce İngiltere'de ve Fransa'da yüksek burjuvazinin belirleyici ya da hiç değilse önemli bir rol oynadığı istikrarlı hükümetlerin kurulmuş olmasıydı. İngiltere'deki iç savaş gerçek bir devrime yol açmış; kentlilerin ve küçük toprak sahiplerinin desteğini alan zengin tüccarlar, kralın ve toprak sahibi soyluların elinden ik-

tidarı almışlardı. Ne var ki bu küçük gruplar, zafere ulaştıktan sonra çok geçmeden birbirleriyle didişmeye başladılar. Sıradan insanların demokrasiye ve ekonomik eşitliğe doğru güçlü bir eğilimleri vardı. 6.180 Cromwell bertaraf edilir edilmez tüccarlar toprak sahipleriyle uzlaşmaya vardılar ve Kral II. Charles ilk anayasal hükümdar oldu. Ekonominin denetimi halen tüccarların elinde olmakla birlikte, kısmen tüccarların içinden çıkan kısmen de usta zanaatkârlardan oluşan yeni bir imalatçılar sınıfı kendisini göstermeye başladı. İç Savaşı izleyen yıllarda imalat ve ticaretteki büyük artış, denizciliğin sağladığı yeni olanaklarla birlikte mekanik buluşları herkesin gözbebeği haline getirdi. Yer ve zaman, her yönüyle bilimin gelişmesi için son derece elverişliydi.

Hollanda alabildiğine zengin olmakla birlikte yüzyılın ortalarına gelindiğinde artık eski görkemli günlerini geride bırakmıştı. İspanya'nın egemenliğine son veren devrimden bu yana tam altmış yıl geçmişti. Ülkenin bağımsızlığını elde etmesini sağlayan halk desteği büyük ölçüde yok olmuş, ülke yönetimi zengin tüccarlarla büyük toprak sahiplerinden oluşan bir zümrenin eline geçmişti. Ticari savaşlarla yıpranan ve yeterli imalattan yoksun olan Hollanda kısa süre içinde önderlik konumunu sürdüremeyecek kadar güçsüz düşecekti. Henüz aynı yüzyılın sonlarına gelindiğinde en yetenekli Hollandalıların bir kısmı yurtdışında, özellikle de Orangeli William'ın yönetimi altındaki İngiltere'nin gelişmesinde görev alıp hizmette bulundular. Aynı dönemde, Hollanda'nın en büyük bilim insanı olan Christian Huygens, Fransız Akademisi'nin bir üyesi olarak çalışmalarının çoğunu Paris'te sürdürmekteydi.

Fransa'da ise devrim henüz gündemde değildi. Kilise ve feodalizm, Hügenot'ların ezilmesi sırasında gücünü kanıtlamıştı; fakat bu aslında ağır ilerleyen bir süreçti ve tam anlamıyla ancak 1685'te Nantes Fermanı'nın geri alınmasıyla tamamlanacaktı. Dönemin Avrupa'sının en büyük ve en zengin ülkesi olan, güçlü ve giderek genişleyen Fransa, genel ekonomik gelişmenin dışında kalamazdı. Sonunda bir uzlaşmaya varıldı ve soylular vergi muafiyeti, düzenli olarak ödenecek olan bir aylık ve Versay Sarayı'nda düzenlenecek görkemli törenlere katılma hakkı karşılığında iktidarlarının bir kısmından fe-

ragat ettiler. Yürütme gücü kralın elinde toplanmakla birlikte devlet mekanizması baştan aşağı burjuvaydı. Bu mekanizma, büyük ölçüde, ileride içlerinden çok sayıda bilim insanı çıkacak olan zeki ve becerikli hukukçular -*Noblesse de Robe*,- [Cüppeli Soylular] tarafından işletilmekteydi. Bu uzlaşma aslında yalnızca XIV. Louis'nin (1661-1683) hükümdarlığı sırasında, iş bilir pratik bir devlet adamı olan Colbert'in yönetimi altında iyi kötü yaşama geçirilebildi. Bu dönem, aynı zamanda bilimin görkemli günleriyle de çakıştı.

Avrupa'nın diğer ülkeleri bilimsel alanda daha mütevazi roller üstlendiler. Almanya ve Avusturya Otuz Yıl Savaşları'nın (1618-1648) yaralarını daha yeni sarmaya başlamışlardı. Engizisyon İspanya'yı ve Portekiz'i neredeyse tamamen etkisiz kılmıştı. Tam o sırada İtalya'da Galileo'nun mirasçıları klerikalizmin güçlerine karşı yiğitçe direnmekteydiler. *4.39; 4.71* İsveç, Polonya ve Rusya zorla kabul ettirilen yeni bir kölelik düzeninin yol açtığı sıkıntılarla boğuşan birer hammadde ülkesi olarak kaldılar. Askeri bakımdan güçlü olmalarına karşın bu aşamada bilime çok az katkıda bulunabildiler.

Le Grand Siécle (Büyük yüzyıl)

Bir önceki yüzyılın dini ve siyasi karışıklıklarının ardından, 17. yüzyılın ikinci yarısı görece bir huzur ve refah dönemi oldu. Salgın hastalıklar ve savaşlar aralıksız sürmesine karşın bunların bilim insanlarının çalışmaları üzerindeki etkisi şaşılacak ölçüde az oldu. Ulusal çekişmeler henüz onların seyahat ve iletişim özgürlüklerini ciddi biçimde engellemiyordu. Bu dönem uygarlığın bilinçle inşa edildiği bir çağ -Le Grand Siécle- oldu. Bilim insanları, ortak bir yazın dünyasının üyeleri olarak görülüp el üstünde tutuldular. Önde gelen ülkelerin tümünde, hükümetlerin ve egemen sınıfların gerek ticaret ve denizcilik, gerek imalat ve tarım alanlarındaki gelişmelerden elde edecekleri ortak çıkarları bulunmaktaydı. Bilimsel Devrim'in bu üçüncü evresinde doruğuna ulaşan başarıların ardındaki itici güç işte bu ortak çıkarlardı. İlk kez bu evrede bilimin pratik amaçlar doğrultusunda kullanılması için örgütlü ve bilinçli bir çaba içine girildiğine tanık olundu.

Bu çaba, Bacon'un otuz yıl önce ektirdiği tohumun *meyve*siydi. Bu meyvenin toplanmasında Bacon'un hem deney hem de araştırmanın örgütlenmesi için önerdiği yöntemlerden yararlanıldı. Bunu yapanlar çağlarının ve uluslarının karakteristik kişilikleriydiler. Geçimleri prenslerin desteğine bağlı olan ilk iki evrenin saray ve üniversite profesörlerinin aksine, 17. yüzyılın *büyük ustaları* bağımsız yaşamalarına olanak sağlayan gelirleri bulunan genellikle tüccar, orta büyüklükte toprak sahibi kimselerdi. Kuşkusuz onlar da saraydan himaye görmek isteyebilirlerdi; ancak bilimsel çalışmalar için kraliyet parasına bel bağlanamazdı. Kral II. Charles Kraliyet Akademisi'ne tek kuruş ödemediği gibi, akademiyi ziyaret etmeye bile tenezzül etmemişti. Büyük ustalar bilimi kendi ceplerinden finanse etmek zorundaydı. Fakat hem bu ceplerden bolca vardı, hem de bunlar ticaretteki büyük artış sayesinde hızla dolup taşmaktaydı. Bu para artık bilimin serpilip gelişmekte olduğu ülkelere doğru akıyordu. Hatta bu ustalardan bazıları başka bilim insanlarını yanlarında çalıştırabiliyorlardı. Saygıdeğer Robert Boyle, yoksul bir papazın oğlu olan Hooke'u, Hollanda'nın Zulichem bölgesinin lordu Christian Huygens de Bloisli Denis Papin'i yanlarına aldılar.

Bu insanlar, bilimsel araştırmalarını tek başlarına yürütebilecek yetenek ve bilgiye sahiptiler. Fakat sayıları çoğaldıkça doğal olarak karşılıklı tartışmak ve bilgi alışverişinde bulunabilmek için bir araya gelme ihtiyacı duydular. Çağın ticari eğilimleri ve sağladığı olanaklar işlerini oldukça kolaylaştırdı. Ama onlar bununla da yetinmeyip daha ileri gittiler: Bacon'un görüşlerinden esinlenerek ortak bir çabayla doğanın sırlarına ermeyi amaçlayan gerçek bir örgütlenme üzerinde kafa yormaya başladılar.

Bilimsel toplulukların kurulması

Bilimsel Devrim'in bu üçüncü evresi sağlam temellere dayalı ilk bilimsel toplulukların kurulduğu dönem oldu. Londra ve Fransız Kraliyet Akademileri *pompalama, hidrolik, silah üretimi* ve *denizcilik* gibi dönemin başlıca teknik sorunları üzerine yoğunlaşmayı temel bir görev olarak üzerlerine aldılar. Bu arada genel felsefi tartışmalar-

dan özellikle kaçınıyorlar ve bu tutumlarıyla övünüyorlardı. Bilimin ilerlemesine en güçlü itkiyi sağlayan denizcilikle ilgili sorunlardı. Bu sorunlara eğilinmesi sayesinde ilk bilimin iki unsuru -mekanik ve astronomi- Newton'un büyük sentezi içinde bir araya getirilebildi. Bu bölümün sonlarında söz konusu senteze zemin hazırlayan deney ve uslamlama zincirine kısmen de olsa değinmeye çalışacağım. Ancak pompanın incelenmesi çok daha önemli pratik sonuçlar doğuracaktı; pompa üzerine yoğunlaşılması önce *vakumun* ardından da gaz yasalarının bulunmasını sağladı. Bir sonraki yüzyılın buluşu olan buharlı makine ile kimya alanında gerçekleşen pnömatik devrim kaynağını bu buluşlardan aldı.

Bilim topluluklarının kurulmasıyla birlikte bilim kendisini kültürün en önemli etkenlerinden biri olarak kabul ettirdi. Bilim topluluğu düşüncesi, daha önce gördüğümüz gibi çok eskilere dayanır. Bu görüş Lyceum'daki ilk Akademi'de ve İskenderiye Müzesi'nde ifadesini bulmuştur. Gerek Müslüman medreseleri, gerek Hıristiyan üniversiteleri ilk evrelerinde aynı türden kurumlardı. Ne var ki 17. yüzyıla gelindiğinde bunların yeni ihtiyaçları karşılayamadıkları açıkça görüldü. Farklı türde bir kuruma gereksinim vardı ve zamanı geldiğinde kısmen Francis Bacon gibi yeni çağın öncülerinin çağrılarından etkilenerek ama asıl olarak bilime ilgi duyan insanların kendiliğinden bir araya gelmeleriyle oluşan toplulukların resmen tanınmasıyla böylesi kurumlar ortaya çıkmış oldu.

Söz konusu öncüler arasında yer alan Moravyan Kilisesi'nin son piskoposu John Amos Comenius (1592-1670) kalburüstü bir kişilikti. **4.72** Bilime, hayatının büyük bölümünü adadığı evrensel eğitimin bir parçası olarak bakan Comenius, yeni deneysel felsefenin uygulanıp öğretilebileceği bir okul olan "Pansofik Kolej"in tasarısını yaptı. Otuz Yıl Savaşları nedeniyle Bohemya'dan ayrılmak zorunda kaldıktan sonra gezginci bir hayat sürdü ve başarılı eğitim yöntemleri sayesinde ileri görüşlü hükümetler tarafından çok aranan bir kişi haline geldi. Yeni ulus devletlerin yöneticileri devlet işlerini yürütebilmek için çok sayıda eğitimli insana ihtiyaç olduğunu kavramaya başlamışlardı. Comenius 1641'de Parlamento'nun daveti üzerine İngiltere'ye geldi. Koleji'ni burada kurabilmeyi umuyordu. Döneme

özgü birtakım güçlükler nedeniyle bunu başaramadıysa da Kraliyet Akademisi'nin kurulmasında etkili oldu. ***4.98***

Doğrusu ilk bilim toplulukları Roma'daki Accademia de Lincei (1600-1630) ile Floransa'daki Cimento Akademisi (1651-1667) idi. **4.8** Bu ikisi başka ülkelerdeki topluluklara örnek oluşturdularsa da İtalya'da bilimin gelişmesini engelleyen etkenleri ortadan kaldıramayacak kadar geç bir dönemde sahneye çıkmışlardı. Nitekim bu etkenler yüzünden kısa sürede yok olup gittiler. Londra Kraliyet Akademisi (1662) ile Fransız Kraliyet Akademisi (1666) daha şanslıydılar. Bunlar, aslında yeni bilime ilgi duyan dostların gayriresmi olarak bir araya gelmeleriyle oluşmuştu.

Atom teorisini yeniden ortaya atan Gassendi'nin de aralarında bulunduğu Fransız bilim insanları daha 1620'de varlıklı bir hukukçu olan Pieresc'in Aix-en-Provence'deki evinde toplanıyorlardı. ***4.12*** Ancak, Fransız biliminin asıl merkezi, kendisi de seçkin bir bilim insanı olan azınlık keşişi Mersenne'in ölümüne (1648) kadar bu böyle devam etti. Mersenne, yorulmak nedir bilmez bir yazışmacıydı. Galileo'dan Hobbes'a varıncaya kadar Avrupa'daki tüm bilim insanları için âdeta bir tür merkez postane işlevi gördü. ***4.69*** Daha sonra, yine bir avukat olan Mentmor'un evinde toplanılmaya başlandı. Kraliyet Akademisi'nin temeli bu evde atıldı.

Bilimi destekleyen gönüllülerden biri de, canlı ve mücadeleci yapısıyla oldukça farklı bir kişilik olan Dr. Renaudot'tu (ö. 1679). Kurduğu klinikte yoksullardan tedavi ücreti almadığı için Paris'teki meslektaşlarının huzurunu kaçıran Dr. Renaudot, kurumuna bilimsel toplantılar yapılabilmesi için bir konferans salonu, bir yayınevi ve bir de harcadığı tüm giderleri karşılayan bir iş ve işçi bulma ofisi ekledi. Koruyucusu Kardinal Mazarin'in 1661'de ölmesinin ardından Dr. Renaudot'un düşmanları bu kurumu kapattırmayı ve yüzyılı aşkın bir süre boyunca Fransa'daki halkçı bilim uygulamasına son vermeyi başardılar. ***4.12***

İngiltere'deki yeni deneyci bilim insanlarının bir araya gelmelerine olanak sağlayan gelişme 1645 yılında iç savaşın sona ermesiydi. Bunların çoğu parlamenterizme sempati duyuyordu; bir kısmı da Püriten'di ama gerçekte savaşla pek ilgileri olmamıştı. Bu grubun başını,

siyaset dünyasında da kendini kabul ettirmeyi bilen, Cromwell'in kız kardeşiyle evlenerek kariyerini Chester filozofu olarak tamamlayan fakat aynı zamanda yeni felsefenin de kararlı, yılmaz bir savunucusu olan John Wilkins çekiyordu. Matematikçi Dr. Wallis, bir sığınmacı olan ve haftalık toplantıları ilk olarak onun önerdiğini bildiğimiz Dr. Theodore Hooke ve bir dizi başka hekim daha Wilkins'in etrafında toplandılar. Londra'da yaptıkları birkaç hazırlık toplantısının ardından Oxford'da karar kıldılar ve 1646'da oraya yerleştiler. Bu köklü üniversite bir Parlamento Komisyonu tarafından daha yeni reforma tabi tutulmuş ve boş kürsüler ile bölüm başkanlıkları "Görünmez Kolej"in yeni üyeleriyle doldurulmuştu. 1660 yılındaki restorasyona kadar Oxford alışılmadık bir biçimde ve âdeta istemeye istemeye, daima el üstünde tutulmuş ve tutulacak olan, Aristo'ya yönelik eleştirilerin merkezi olacaktı. Oxford'da bu topluluk, umut vaat eden üç gencin –saygıdeğer Robert Boyle, Sir William Petty ve Dr. Christopher Wren'in– katılımıyla daha da güçlendi. Bu kişilere kapasitesi daha sınırlı olmakla birlikte Kraliyet Akademisi'nin başarısı için elinden geleni yapan Robert Hooke'u da eklemek gerek. Topluluğun bir üyesi, Rochester'in gelecekteki piskoposu ve Akademi'nin tarihçisi
4.93 olan Thomas Sprat'ın o sıralar yazdığı gibi:

> Onların ilk hedefi, daha özgür bir havayı içlerine çekmenin hazzına varmak ve tutkularının esiri olmaksızın, kasvetli bir çağın çılgınlığına kendilerini kaptırmadan bir araya gelip huzur içinde konuşup tartışmaktan başka bir şey değildi. Bu *Topluluğun* kurulması başka hiçbir yarar sağlamadıysa bile genç insanlardan oluşan bir kuşağın onun aracılığıyla gelecek çağa hazırlanması ve yine onun sayesinde *yalın* ve *üretken bilgi*yle tanışıp *Coşkunun* büyüsüne karşı yenilmez silahlarla donanmış olması, onun görevini başarıyla yerine getirdiğini gösterir.
>
> Böylesine kasvetli bir dönemde böylesine içten, böylesine tok sözlü ve ihtiraslardan arınmış bir topluluk için Doğa Felsefesi'nden daha uygun bir konu olabilir miydi ? ... Bizi asla can düşmanı hiziplere ayırmayan, kimseye kin gütmeksizin

farklılıklarımızı ortaya koymamıza olanak tanıyan, bir *iç savaş* tehlikesini barındırmaksızın karşıt görüşleri savunmamıza izin veren bir topluluk...

Bu insanlar kendi özel işleri izin verdiği ölçüde sıkça *toplantılar* düzenliyorlardı. Çalışmaları sözden çok eyleme dayalıydı. Önce yapıyor, sonra tartışıyorlardı. Esas olarak *kimya* ve *mekanik* alanlarında denemeler yapıyorlardı. Değişmez kural ya da yöntemleri yoktu. Amaçları birleşik, devamlı ve düzenli bir engizisyon yaratmak değil, çok dar bir alanda da olsa yapabildikleri buluşlar hakkında görüş alışverişinde bulunmak ve bunları birbirlerine iletmekti.

Bu amatör bilim insanları başlangıçta yalnızca bir araya gelip tartışmakla, deneylerini birbirlerine göstermekle ve orada bulunmayan dostlarına ya da başka ülkelerdeki meslektaşlarına yazmakla yetindiler. Bilimsel iletişim ve yayın işi önce tamamen gayriresmi bir tarzda, sonra giderek düzenli mektuplar biçiminde bu çabalardan doğdu. Daha sonra hem İngiltere'deki hem de Fransa'daki bilim insanları bunun yeterli olmadığını, bu alanda belirli bir kuruma gereksinim olduğunu hissettiler. Çünkü, çalışmalarını sürdürdükçe bu işin pratik açıdan büyük bir önem taşıdığını, bunun üstesinden gelebilmek için daha fazla paraya ya da üne sahip olmaları gerektiğini fark ettiler.

Süreç, her iki ülkenin ekonomilerinin niteliğine göre farklılık gösterdi. Katı, merkezi bir yönetimin olduğu Fransa'da kurumun kraliyet tarafından kurulmakla kalmayıp mali yönden de desteklenmesi son derece doğaldı. Colbert Fransa'da ulusal bir sanayi inşa etmekteydi; dolayısıyla onu Mazorin'in Edebiyat ve Güzel Sanatlar Akademisi'ni dengeleyecek bir Bilim Akademisi kurmaya ikna etmek zor olmadı. Fakat o sıralar ticaret kadar süs ve gösteriş de *le Roi Soleil (Güneş Kral)* krallığının şanı için gerekliydi. Colbert'in desteklediği sanayi kolları Lyon'daki ipek dokumacılığı, Sevr'deki çömlekçilik ve Paris'te bulunan Gabel'in halıcılık sanayileriydi. Bu sanayi dallarının her üçü de Fransız donanması için gerekli gemilerin yapıldığı tersanecilikle aynı önemde görülmekteydi. *4.7*

Öte yandan, bağımsız bir cumhuriyet mirasına sahip olan ve ülkenin gerçek zenginliğinin toprak sahibi aristokrasi ile tüccarların elinde bulunduğu Restorasyon dönemi İngiltere'sinde gerek duyulan tek şey kraliyetin himayesiydi. Yeni Kraliyet Akademisi'nin üyeleri kendi bilimsel araştırmalarının giderlerini kendi ceplerinden karşılamaktaydılar. Üye başına düşen haftalık ödenti tutarı 1 şilindi. Bu ödentileri toplamak son derece güç olduğu gibi toplanan parayla iyi derecede felsefe ve matematik bilgisine sahip, gözlem, araştırma ve deney konusunda bilgili ve becerikli olması gereken ve "Akademi yeterli ekonomik birikimi sağlayıncaya dek hiçbir ödül beklemeksizin her toplantı gününde Akademi'ye dişe dokunur üç dört deney sunmak zorunda olan" sekretere ve müdüre doyurucu bir ücret ödemek de olanaksızdı. ***4.11***

Bilim topluluklarının resmen tanınmasının zorunlu sonucu, genel bir düşünce birliğinin sağlanması ve siyasette olsun, dinde olsun tartışmalı konulardan uzak durulmasıydı. Fransa'da Kilise Aristoculukta diretmekten gönülsüzce de olsa vazgeçerek Descartes'in önerdiği uzlaşmayı kabul etti. İngiltere'de bu aynı ilgi alanlarının bölüşülmesi işi farklı bir yolla gerçekleşti. Söz konusu bölüşüm, 17. yüzyılın ortalarında patlak veren Büyük İsyan'dan ve ilk bilim insanlarının, zamanın entelektüellerinin birçoğunun kafasını meşgul eden sonu gelmez teolojik-siyasal tartışmalardan uzak durma arzusundan doğdu. Kraliyet Akademisi'nin tüzüğünün 1663 yılında Hooke tarafından kaleme alınan Giriş bölümünün taslağında şu sözler yer almaktaydı:

> Kraliyet Akademisi'nin görevi: Doğal varlıklar ile her türlü işe yarar sanat, imalat ve mekanik uygulamaları; deney yoluyla bulunan makine ve icatlar hakkındaki bilgileri –İlahiyat, Metafizik, Ahlak, Siyaset, Dilbilgisi, Retorik ya da Mantık gibi konulara hiç değinmeden– daha da geliştirmek. ***4.11***

Verilen sözler ve yapılanlar: İlk başarısızlıklar ve daha sonraki başarılar

Bilim topluluklarının gerek İngiltere'deki, gerek Fransa'daki yoğun etkinliklerinin görece kısa bir dönemle sınırlı kalmış olması il-

ginçtir. 1690 yılına gelindiğinde her ikisi de ciddi bir çöküş içindeydi; 18. yüzyılda yeniden canlandılar ama bu gerçekte bir canlanmadan çok yeni bir kuruluşu andırıyordu. Bu toplulukların ortaya çıkışı ve toplumdan gördükleri büyük ilgi ve destek, bilimin o dönemde heyecan verici ve ilginç bulunmasının yanı sıra kârlı da olabilecek bir uğraş olarak görüldüğünün işaretiydi. Ciddi güçlükler doğuracak olan da işte bu son noktaydı. Francis Bacon, tıpkı Roger Bacon gibi bundan dört yüzyıl önce, doğayı insanlığın yararına denetim altına alabilmenin tek yolunun onu anlamak olduğunu açıkça kavramıştı. Ne var ki bir düşüncenin kavranması ile gerçekleştirilmesi arasında çok büyük fark vardır. Doğrusu, daha önce de görmüş olduğumuz gibi, pratik olarak matematik ve fizikle sınırlı kalan yeni bilimin gerçekten yararlı olabileceği –çok önemli de olsa– yalnızca tek bir alan vardı: astronomi ve denizcilik. Sir Antony Deane, 1666 yılında, bir geminin çekeceği su miktarını gemi suya indirilmeden önce hesaplamayı başardı. İlk Kraliyet Akademisi, yapabileceğinden çok daha fazlasını vaat etmişti. Bu durum, bilim insanı olmayan aydınların pek de haksız sayılamayacak alaylarına hedef olmasına yol açtı. Swift'in *Güliver'in Seyahatleri* adlı taşlaması bunun en bilinen örneğidir.

Uzun erimde ise bu durumun etkisi çok farklı oldu. "Doğa bilimcilerinin ilgisini sanayiye ve ticarete çekerek" geleneksel sanatların ve imalatçılığın ussal bir biçimde değerlendirilmesini ve yeniden inşası için temellerin atılmasını sağladı. Bir sonraki yüzyılın Sanayi Devrimi bu temel üzerinde yükselecekti. Bilim topluluklarının çabası gerçekten de doğrudan doğruya bu devrimin kalbi denilebilecek olan buharlı makinenin yapılmasını sağladı: Bilim ilk kez güç üretiminde kullanılmıştı. Buharlı makine, ileride göreceğimiz gibi, haklı olarak *felsefi makine* diye adlandırıldı; bu ismini bugün de hak ettiğini söyleyebiliriz. Bu, her biri kendi köşesine çekilmiş, birbirlerinden yalıtık halde çalışan birkaç mucidin değil, Accademia del Cimento, İngiliz Kraliyet Akademisi ve Fransız Kraliyet Akademisi bünyesinde bir araya gelmiş olan bilim insanlarının ortaklaşa çalışmalarının eseriydi.

Bilim bir kurum haline geliyor

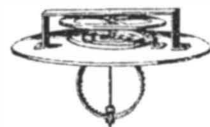
İlk bilim topluluklarının kurulmasının daha kalıcı bir başka etkisi de oldu; bilimi bir kurum -görkemli ve vakur ama ne yazık ki eski hukuk ve tıp kurumlarının gösteriş düşkünlüğünü ve bilgiçliğini de bir ölçüde paylaşan bir kurum haline getirdi. Bu topluluklar bilim alanında, halkın gerçek bilim insanlarından ayırt etmekte zorlandığı şarlatanları ve delileri açığa çıkarabilecek kapasitede birer seçici kurul oldular. Fakat ne yazık ki bir süre için de olsa, pek çok devrimci düşünceyi de resmi bilimin dışına sürdüler. 17. yüzyılın ikinci yarısında örgütlü bilimin ilgi alanı, *Felsefi Tartışma Tutanakları*'nın da gösterdiği gibi, yıldızların uzaklıklarından sudaki mikroskobik canlılara, boyama sanatından ölüm kayıtlarına varıncaya kadar doğanın ve günlük yaşamın tüm yönlerini kapsamaktaydı. ***4.93***

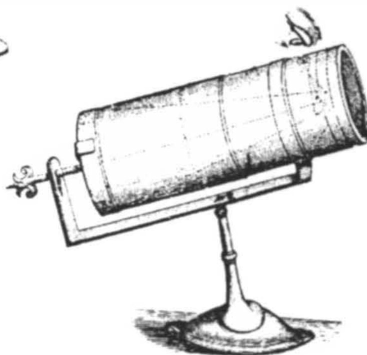
Yeni örgütlü bilimin ilk manifestosu olan *Kraliyet Akademisi'nin Tarihi* 1667'de, Akademi henüz beş yaşındayken piskopos Sprat tarafından kaleme alındı. Kitap, ister istemez bir tarihten çok deneysel bilimin programı ve savunusu idi. Sprat çeşitli dogmatik filozofları eleştirdikten sonra şunları yazar:

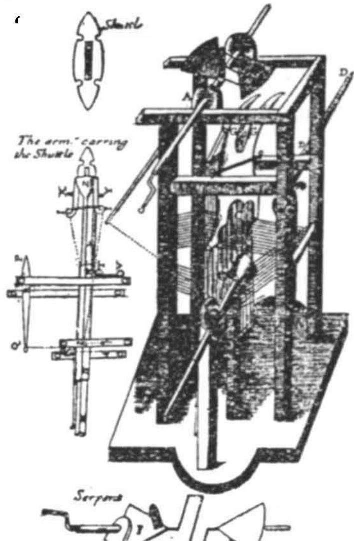
> *Yeni Filozoflar* arasında yer alan *üçüncü* bir kategori, antik filozofların görüşlerine katılmamakla kalmayıp deneyciliğin doğru ve güvenilir yolunda yavaş fakat emin adımlarla yürüyenlerden oluşmaktadır. Bunlar kısa ömürlerinin, yoğun özel işlerinin ve kısıtlı zenginliklerinin elverdiği ölçüde bu işi sürdürdüler.

Piskopos Sprat, her toplumsal tabaka, meslek ve ülkeden insanların akademiye üye olabilmelerini savunur ve ardından akademinin temel *var oluş gerekçesine* değinir:

> ... *yaşadığımız çağın* doğası bunu gerektirmektedir. Çünkü *deneycilik* ruhu öylesine yayılmıştır ki, ülkemizde böyle bir iki *topluluk* daha açılacak olsa bile bunları yönetecek, buralarda çalışma yürütecek insan bulmakta sıkıntı çekilmez. Şimdi her yer, her köşe bucak bu işe ilgi duyan hevesli insanlarla doludur: Yalnızca aydınlar arasından değil *teknisyenlerin* atöl-







Şekil 11: Araç-Gereç ve Makine Çizimleri

***The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*'un ilk sayılarından**

a. Mösyö Christian Hugens de Zulichem'in (1675) yeni icadı, son derece hassas ve taşınabilir saatler.
b. Bilimler Akademisi üyesi ve Cambridge Üniversitesi matematik Bölümü Profesörü Newton (1672) tarafından icat edilen yeni bir Kırılmalı ve Yansıtmalı Teleskop.
c. Donanmada görev yapan Mösyö de Gennes tarafından Bilimler Akademisi'ne sunulan ve Teknisyenin yardımına ihtiyaç duymayan yeni bir Keten-Kumaş üretim Motoru. Journal de Scavans (1678)'tan alındı.

yelerinden, *tüccarların* deniz seferlerinden, *çiftçilerin* pulluklarından, *centilmenlerin* spor kulüplerinden, balık havuzlarından, park ve bahçelerinden pek çok soylu, değerli yeteneğin çıktığına tanık olmaktayız. Bu nedenle, kaygımız yalnızca *gelecek çağlar* içindir. Ve onlar için bile, kendimizden emin olarak şunları söyleyebiliriz: İleride de düşünen kafalar eksik olmayacaktır; yeter ki bu ilk meyvelerin tadına baksınlar. Bu örnek onları fazlasıyla heyecanlandıracaktır.

Piskopos Spart, Akademi'nin deneyleri ve araçları üzerine görüşlerini, "tartışma yöntemi"nin nasıl olması gerektiğini belirtip "gereksiz gevezeliklerden kaçınmanın" gerekliliğine değinerek şu sözlerle tamamlar:

> ... Dolayısıyla, asıl konudan uzaklaşan, gereksiz ayrıntılar içinde boğulan ağdalı konuşmalara şiddetle karşı çıkarlar. Böylece, insanların pek çok *şeyi*, neredeyse her biri için yalnızca bir tek *sözcük* kullanarak dile getirdikleri ilkel saflığa, kısa ve özlü konuşmaya geri dönerler. Bütün üyelerinden de duru ve doğal bir üslupla konuşmalarını; yapıcı, berrak ve anlaşılır bir anlatıma başvurmalarını; tüm görüşlerini ellerinden geldiğince matematiksel bir açıklıkla dile getirmelerini; bilgin ve skolastiklerin dilinden çok zanaatkârların, köylülerin ve tüccarların dilini tercih etmelerini istemişlerdir.

Gerçekten de, 17. yüzyılın ikinci yarısında İngilizcenin üslup yönünden alabildiğine sadeleştirilmiş olduğunu görüyoruz. ***4.61; 4.62*** Bundan yüzyıl sonra, Samuel Johnson'un Sprat hakkında yazdıkları ilginçtir:

> Bu eser kaygan ve gelip geçici bir konu üzerine yazılmış olmasına karşın, duygusal seçkinliğin ve diksiyon zarafetinin korunabildiği birkaç kitaptan biridir. Kraliyet Akademisi Tarihi, onların o dönem neler yaptıklarını öğrenmekten çok, bu çalışmaları Sprat'ın nasıl bir üslupla anlattığını görmek için okunmaktadır. ***4.60***

Teknikte ilgi odakları

Önceleri, felsefi araştırmalar her türlü konunun derinleştirilmesine yetecek gibi görünmektedir. Bununla birlikte belli başlı konular *büyük ustaların* özel ilgisini çekti. Bunlar, ticaretin ve imalatın geliştirilmesi ihtiyacının kendisini açıkça hissettirdiği alanlarda karşılaşılan yeni felsefi sorunlardı. Bunların en önemlisi okyanus denizciliğinin gereksinimlerinden biri olan astronominin geliştirilmesi, özellikle de boylam probleminin çözülmesiydi. Bu ise, benimsenmiş olmasına karşın o güne dek fiziksel olarak açıklanamayan güneş sisteminin gerçek yapısı ve işleyişi problemine kopmaz bir biçimde bağlıydı. Ayrıca astronomi, evrenin *matematiksel* açıdan açıklanabilmesi için en elverişli alandı. En sonunda Newton'un ulaştığı çözüm, haklı olarak yeni bilimin en büyük zaferi olarak kabul edildi.

Ancak bu güncel ilginin, uzun vadede en az bunun kadar önemli olduklarını kanıtlayacak olan diğer gelişmeleri gölgelemesine izin verilmemelidir. Bunlardan biri teleskop aracılığıyla astronomiye, mikroskop aracılığıyla da biyolojiye sımsıkı bağlanmış olan *optik ve ışık teorisi* idi. Bir diğeri, vakumla ilgili olarak geliştirilen tekniklerin ileride sanayi açısından büyük önem kazanacağı *pnömatik* bilimiydi. *Vakum* sorunu Yunanlılara kadar uzanan felsefi bir tartışmanın da odağında yer almaktaydı. Onun varlığını gösteren yeni deneysel kanıtlar Demokritos'un *atom* hipotezinin yeniden canlanmasına yardımcı oldu. Atom ya da zerrecik teorisinin dirilişi, o güne dek teknik reçeteler ve efsanevi açıklamalarla dolu olan kimya alanında, ussal ve nicel açıklamalara ulaşılmasını sağlayan yolu açan ilk etken oldu. Daha sonra kimya ile başlangıç aşamasındaki *fizyoloji* arasında bağ kuruldu. Kanın niteliği, akciğerlerin işlevi, sinirlerin ve kasların hareketi, sindirim süreci gibi sorunlar yeni materyalist felsefenin ruhuyla tartışıldı ve deneye vuruldu. Konuların kapsamı o dönemin insanlarının ufuklarının ötesinde değildi. Gerçekten de, yaşamları ve eserleriyle bunu açıkça gözler önüne serdiler. İçlerinde en öne çıkanları Robert Boyle ve bir süre onun asistanlığını yapmış olan Robert Hooke'du.

Robert Boyle

Saygıdeğer Robert Boyle 1627'de Lismore'de Elizabeth dönemi-nin yırtıcı, tuttuğunu koparır bir toprak gaspçısı olan ilk Cork ve Orrey Kontu'nun on üçüncü çocuğu ve yedinci oğlu olarak dünya-ya geldi. 4.67 Genç Robert, kişiliği ve düşünceleri üzerinde en çok etkide bulunan yıllarını çağdaşları Pascal ve Steno gibi dini eğitim almak üzere gittiği Cenova'da geçirdi. Ancak Pascal'ın tersine, bu onun bilime karşı çıkmasına değil vahiyin desteklenmesinde bilim-den yararlanmasına yol açtı. Kısmen bu yüzden, kısmen de bütün ömrünü yatalak olarak geçirdiğinden, münzevi bir hayat sürdü. İç savaşta taraf tutmadı. Ömrünü ve dikkate değer servetini yeni de-neysel felsefenin geliştirilmesine adadı. Oxford'un "Görünmez Ko-lej"i ile birlikte çalıştı ve 1860'da kendisine başkanlığı önerilen fakat başkanlık yeminiyle ilgili çekincesinden dolayı bunu reddettiği Kra-liyet Akadamesi'nin kurucuları arasında yer aldı. Nasıl ki Newton Akademi'nin olgunluk çağında onun esas kahramanı olmuşsa, Boyle de kuruluş aşamasında öyleydi. Dini ve bilimsel konular üzerine çok sayıda yazı kaleme aldı. *Spring of Air [Havanın Kaynağı]* dışında-ki en ünlü eserleri *Serophic Lover [Melek Gibi Âşık], The Skepticcal Chymist [Kuşkucu Kimyager]* ve *Unsuccessfulness of Experiments*'dır *[Deneylerin Başarısızlığı]*. Atom teorisine gençlik yıllarında başla-yan ilgisi onu vakum ve gaz yasaları üzerine çığır açan çalışmaları-na yöneltti. Ne var ki daha sonra pek fazla başarılı olamadı. Bunun nedeni, kısmen yeterli deneysel ve matematiksel yetenekten yoksun olması, fakat bunun da ötesinde kimya alanında karşılaşılan sorun-ları, bunlara uygulanması olanaksız mekanik teorilerle açıklamaya kalkışmasıydı. Henüz yeterince olgu birikmediğinden bu sorunları başka yollardan çözmek de o an için mümkün değildi. Boyle'un il-gisi somut başarılar için daha az ümit vaat eden fizyoloji ve tıp alan-larına da uzandı. Yine de bu ilgisini ve coşkusunu başkalarına da aşılamayı bildi; böylece bir sonraki yüzyılda elde edilen başarıların birçoğunun esin kaynağı oldu. Boyle'da yeni bilimin sofu ve insan-cılyanlarını görebiliyoruz. Eserlerine de yansıyan, Tanrı'nın yüceliği-ni gösterme arzusunu, çalışma arkadaşlarına yardım etme arzusuyla birleştirdi. İnançsızları dine döndürme tasarılarını gerçekleştirmek

için Bermuda ve Doğu Hindistan şirketlerinin yönetim kurullarında yer aldı. Ancak bu amaçlarına ulaşma konusunda, Ortaçağ sofularının tersine alabildiğine pratikti. *Doğa Bilimcilerinin, Ticaretin İçyüzünü Anlamasıyla İnsanlığın Sahip Olduğu Ürünler Çoğalabilir* **4.11** başlıklı broşüründe şunları yazıyordu:

> ... Açıklamalarımın sizler açısından doyurucu olduğunu umarak buradan, ticaretin incelenmesiyle deneysel felsefenin kendisi gelişebileceği gibi onun da ticareti geliştirebileceği sonucunu çıkaracağım. Bu olumlu etki asla küçümsenmemelidir; doğa bilimciler insan imparatorluğunun geliştirilmesinde bundan yararlanabilirler. Bu nedenle çeşitli ticari alanların uygun bir biçimde yönetilmesi, halkı doğrudan ilgilendiren bir sorundur. Bunun böyle olduğu dericilik, tuğla, fırınlama gibi işkolları ile diğer mekanik meslekleri düzenleyen İngiliz iş yasalarında da görülmektedir. Yasakoyucular bu yasaları yaparken çok özel kurallar ve ayrıntılı talimatnameler hazırlamaktan geri durmamışlardır.

Robert Hooke

Boyle pek çok yönden ilk asistanı ve ömrünün sonuna dek dostu olan Robert Hooke'la tezat oluşturur. Biri bilimle uğraşma alçakgönüllülüğünü gösteren bir soylu iken, diğeri kendini bilime vermekle birlikte geçimini bu yolla kazanmak zorunda olan yoksul bir adamdı. Wight adasında görev yapan bir papazın oğlu olan Hooke, Boyle Oxford'a geldiği sırada Oriel Koleji'nde bir müstahdemlik işi koparmayı başardı. Kısa zamanda Boyle'la ilişki kurdu ve muhtemelen onun vakum ve gazlarla ilgili yaptığı deneylerde kullandığı bütün araç-gereçleri kendisi imal etti. Boyle, Hooke ondan ayrıldıktan sonra bir daha parlak bir deneyci olarak göze çarpmadı. Kraliyet Akademisi kurulunca Hooke deneylerden sorumlu yönetici olarak görevlendirildi. Bir taraftan buradaki ağır görevleri yerine getirirken, diğer taraftan düşük ve düzensiz maaşını arttırabilmek için 1666'daki yangının ardından yeniden kurulan Londra kentinin planlanmasından sorumlu kişi olarak bir ek iş bulmayı başardı.

Hooke toplumsal bakımdan daha güvenli bir konumda bulunsaydı; çirkinliğinin ve sağlık sorunlarının acısını derinden duyuyor olmasaydı, belki de böylesine geçimsiz, kuşkucu ve hırçın bir karaktere sahip olmayacak ve bilim tarihinde oynadığı rol hakkıyla teslim edilebilecekti. Boyle Kraliyet Akademisi'nin ruhuysa eğer, Hooke da onun gözü ve elleriydi. O, Faraday'dan önceki en büyük deneysel fizikçiydi ve tıpkı Faraday gibi o da Newton'un ve Maxwell'in matematiksel yeteneklerinden yoksundu. İlgi alanı mekanik, fizik, kimya ve biyolojinin bütün kollarını kapsıyordu. Çalışarak Hooke Yasası olarak bilinen yasayı buldu, fizikte kısaca şöyle formüle edilmektedir: *ut tensio sic vis* (uzama kuvvetle doğru orantılıdır). Hassas saatlerin ve kronometrelerin yapılmasını olanaklı kılan zembereği icat etti; mikroskobik dünyanın ilk sistematik açıklaması olan ve hücrenin keşfini de içeren *Micrographia*'yı yazdı; astronomik ölçümlerde teleskoptan yararlandı ve mikrometreyi icat etti. Ayrıca, Papin'le birlikte buharlı makineye giden yolun açılmasına yardımcı oldu.

Bilime yaptığı en büyük katkı, belki de yeni yeni fark edilmeye başlıyor: ters kare yasası ile evrensel yerçekimi fikrinin kendisine ait olduğu iddiası. İleride göreceğimiz gibi, bu konuda Newton'un olağanüstü matematiksel başarısı Hooke'u gölgede bırakmışsa da, temel fiziksel görüşlerin Hooke'a ait olduğu ve bu unvanın tamamen haksız bir biçimde ondan esirgenmiş olduğu bugün anlaşılmaktadır. Hooke'un yaşamı, yetenekli bir deneycinin 17. yüzyılda sahip olabileceği tüm olanakları ve karşılaşabileceği tüm güçlükleri gösterir. Aynı zamanda doğal zanaatkârların beyinlerinde ve ellerinde binlerce yıldır saklı kalan muazzam yaratıcılık ve muazzam öngörü gücünü de gözler önüne serer.

7.8. YENİ DÜNYA TABLOSUNUN OLUŞTURULMASI

Dönemin öne çıkan yanı, tüm doğa ve sanat alanlarını kapsayan *geniş çaplı* araştırmalara; matematiksel yöntemlerin uygulanabileceği alanlarda da *yapısal* teoriye yapılan vurguydu. Önceki dönemde olduğu gibi, çalışmaların Aristo'nun fiziğini ya da Galen'in fizyolojisini yıkma doğrultusunda yoğunlaştırılmasına gerek kalmamıştı.

Kopernik'in, Galileo'nun ve Harvey'in teorileri yeni *büyük ustalar tarafından* neredeyse bütünüyle kabul edilmekteydi. Onların öncellerinden ayrıldıkları nokta, bu teorilere daha derin bir fiziksel ve felsefi anlam verme çabasıydı. Bu çabaların ilki uzamaya [extension] ve evrenin, bir yerden başka bir yere itki gücüyle hareket eden yoğun olmayan bir maddeyle tamamen ve sürekli doldurulmasına yaptığı vurguyla bilinen Descartes'in sistemiydi. Buna *dolgunluk [plenum]* doktrini dendi.

Zerrecik felsefesi: Gassendi

Fakat yeni yeni kendisini göstermeye başlayan çok daha eski bir başka görüş daha vardı. Aristo'ya yöneltilen eleştiriler Demokritos'un ve onun atom teorisinin önünü açtı . Bu teoriyi bilim dünyasının dikkatine sunan kişi bir taşra papazı, parlak bir matematikçi ve bilge bir filozof olan Gassendi'ydi (1592-1655). Alçakgönüllü ve çekingen bir yapısı olmasaydı çağdaşı Descartes onu böylesine gölgede bırakamazdı; çünkü Gassendi'nin bilim üzerinde gerçekten büyük bir etkisi oldu. Tanınmış bir astronom -Merkür'ün geçişini ilk gözlemleyen odur- olmasının yanı sıra Parhelia (yalancı güneşler) ve kuzey ışıklarınıilk gözlemleyen kişi olarak meteorolojinin kurucuları arasında yer alır. Gassendi, Epikür'ün ve Lucretius'un eski atom teorilerini yeniden canlandırmaktan çok daha fazlasını yaparak bunları Rönesans döneminde fizikte görülen ilerlemeleri de içeren bir doktrine dönüştürdü. Gassendi'nin *atomları* eylemsizlik durumundaki kütleli parçacıklardı ve Galileo'nun ardıllarınca ispatlanan boşlukta hareket ediyorlardı. Onun atom tanımı, neredeyse sözcüğü sözcüğüne elli yıl sonra Newton'un *Opticks* adlı yapıtında yaptığı tanımın aynısıdır. Bu görüşü öylesine inandırıcı bir tarzda ortaya koydu ki, Descartes'in anaforlu plenum görüşüne katılmayan doğa filozoflarının hepsi, neredeyse farkına bile varmadan bu görüşü benimsediler.

Zerrecik hipotezi dönemin matematiksel-mekanik eğilimleriyle belirgin bir uyum göstermekteydi. Galileo'nun ve Descartes'in dinamiğini izleyerek, homojen bir uzamı incelemektense böylesine küçücük noktamsı parçacıkları incelemek daha kolaydı. Gassendi'nin

sofuluğu sayesinde atomlar dinsiz ve bozguncu çağrışımlarından da arındılar. Gassendi, Tanrı'ya sürekli olarak maddi dünyanın işleyişini düzenlemek yerine, yalnızca zamanın başlangıcında bütün atomlara gelecekteki tüm hareketlerinin ve bileşimlerinin ilahi yazgısını belirleyecek olan ilk itkiyi verme işini atfederek, yeni mekaniğin anlam ve kapsamını açıkladı.

Felsefi araç-gereçler: Optik camlar

Yeni bilimde deneye ağırlık verilmesi, bu amaca hizmet edecek aygıtların ve araç-gereçlerin kullanılmasını gerektirir. Oysa dönemin yeni bilim insanları hâlâ son derece basit araç-gereçler kullanmaktaydılar. Yalnızca teleskoplar büyük ve pahalıydı. Herhangi bir evde içinde bir ocak, birkaç imbik, bir terazi, bir mikroskop, teşrih için gerekli birkaç alet, yenilerinden bir hava pompası, bir termometre ve bir barometre bulunan bir *laboratuvar (ya da abartılı bir işlik)* kurulabilirdi. Bunların dışında kalan araç-gereçler ihtiyaca göre o anda yapılıveriyordu. Bilimin tüm dallarında en önemli buluşlar işte bu araç-gereçlerle gerçekleştirildi. Gökyüzü mekaniğinin ana konusuna geçmeden önce optik, pnömatik, kimya ve fizyoloji alanlarındaki buluşlara bir bakmak daha doğru olur.

Yüzyılın başında, teleskobun uygulama alanında tesadüfen keşfedilmesi optik bilimine yeniden ilgi duyulmasını sağladı. Bir alet bir kez ortaya çıkınca onu geliştirme ihtiyacı bu aletin nasıl işlediği doğrultusunda araştırmalar yapılmasına yol açar. Böylece başka aletlerin de yapılabilmesini sağlayan bilimsel ilkeler keşfedilir. 17. yüzyılın optik bilimi, büyük ölçüde teleskobun temeli olan kırılım olgusunun niteliğini kavrama ve teleskobun kısa sürede fark edilen kusurlarını giderme doğrultusundaki çabalar sayesinde gelişti.

Sorunlardan ilki kırılmanın niteliği meselesiydi; bu konuda işe İbn-i Heysem ile onun Ortaçağ'daki takipçileri olan Freiburglu Dietrich ve Witelo'nun 400 yıl önce bıraktıkları yerden başlamak gerekiyordu. Onlar, ışınların daha yoğun bir ortama geçerken büküldüklerini, yani kırıldıklarını saptamışlardı. Fakat kırılma yasalarını bulamadılar ve bu yüzden merceğin etkisini hesaplayamadılar. Hollandalı

Snell (1591-1626) doğru yasayı buldu; Descartes bu yasayı kendine mal etti ve onu "hareketli ışık parçacıkları kırıldıkları ortama girdiklerinde havada olduğundan daha hızlı yol alırlar" sözleriyle açıkladı. Descartes'in vardığı bu beklenmedik sonuç ileride büyük kafa karışıklıklarına yol açtı. Snell'in yasası ile birlikte optiğin geometrinin bir parçası haline geldiği düşünüldü. O halde artık kusursuz teleskoplar yapılabilmeliydi. Ne var ki yapılan teleskoplar mükemmellikten çok uzaktılar. Özellikle yıldızlar, renkli halelerle çevrilmiş gibi görülüyorlardı. Saydam cisimlerden geçen ışığın gökkuşağının renklerini oluşturduğu uzun zamandır biliniyordu. Gökkuşağını açıklamak için Ortaçağ'ın bilim insanları prizmalar üzerinde çok sayıda deney bile yapmışlar fakat kırmızı ışığın en az, mavi ışığın da en fazla kırıldığı gerçeğini fark etmek dışında bir sonuç elde edememişlerdi. ***3.16*** Descartes de gökkuşağı üzerine incelemelerinde daha ileriye gidemedi. Renk sorununun çözümü Newton tarafından bulunacak ve bu onun fizikteki tescil edilen ilk başarısı olacaktı. (Newton'un meslek yaşamını ileride çekimle ilgili çalışmalarıyla birlikte ele alacağız.)

Newton'un "Optik"i: Renkler doktrini

Newton renkli görüntüleri açıklama güçlüğünü önce bunlara neden olan kırılma olayını dikkate almayarak aşmaya çalıştı. Günümüzün dev teleskoplarının ve çok daha yeni bir aygıt olan yansımalı mikroskobun prototipi olan ilk yansımalı teleskobu yaptı (Şekil 11). Bununla yetinmedi ve Descartes'in prizma üzerine deneylerini onun bıraktığı yerden alıp sürdürecek doğrudan doğruya renkler sorunu üzerine yoğunlaştı. Deneysel teknik ile mantığı parlak bir biçimde birleştirerek prizmanın ya da gökkuşağının renklerinin bunlar tarafından yaratılmadığını; renklerin, bildiğimiz beyaz ışığın içsel bileşenleri olduğunu göstermeyi başardı. Ne var ki araştırmaları başlangıçta ele aldığı sorunu çözmesine yardımcı olmadı. Merceklerin dağıtıcı ya da renk meydana getirici özelliklerini düzeltmenin imkânsız olduğunu, istemeye istemeye de olsa göstermeyi başardı. Ancak bu görüşünde yanılıyordu ve güçlü otoritesi bir seksen yıl kadar teleskobun pratik gelişimini durdurdu. Newton'un deneylerini, onun

yanılgısını göstermeyi başaracak bir özenle tekrarlayacak olan ilk kişi İsveçli matematikçi Klingenstjerna'ydı (1698-1765). Klingenstjerna'nın çalışmasını duyan araç-gereç imalatçısı Dolon'un, kırma ve dağıtma dereceleri farklı iki camı birbirine karşı dengeleyici olarak kullanmayı akıl ederek bütün modern optik aletlerin temeli olan akromatik mercekleri üretmesi ancak 1758 yılında mümkün olabildi.

Parçacık ya da dalga olarak ışık: Huygens

Newton optik üzerine çalışmalarında gökkuşağında görülenlerden farklı türde renkleri, özellikle de su üzerindeki yağ tabakası gibi ince yüzeylerden yansıyarak oluşan renkleri incelemişti. Hem maddenin hem de ışığın kesikliğini yani "taneciklerden" meydana geldiklerini ilk olarak bu incelemeler sırasında sezdi. Bu onun, felsefi eğilimi ve matematiğe olan yatkınlığından ileri gelen maddenin atomik olduğu inancını pekiştirdi. Ne yazık ki aynı inanç, onun Descartes'in yolundan gitmesine ve ışığı atomik bir varlık, ışık ışınlarını da tıpkı duvara çarpıp geri dönen bir tenis topu gibi, yansıyan parçacıkların çizdiği eğriler olarak ele almasına neden oldu. Rengi oluşturan diğer fenomenler ise farklı bir sonuca işaret etmekteydi. Grimaldi (1618-1663), Newton'dan çok daha önce gölgelerin, özellikle de ufak yarıkların ya da saç kılının gölgesinin kıyısındaki renkleri incelemişti. Ayrıca, ışık ışınlarının bir cismin kenarından geçerken dümdüz olmadıklarını, hafifçe büküldüklerini -kırınıma uğradıklarını- fark etmişti. Her iki fenomeni de sudaki bildik halkalar ya da ses titreşimleri gibi, dalgalarla ilişkilendirdi; farklı renkler, tıpkı müzikteki farklı notalar gibi, farklı dalga boylarına sahipti.

Huygens bu görüşü matematiksel bakımdan geliştirdi ve *ışığın dalga teorisinin* nasıl olup da hem kırınım olgusunu hem de ince yüzeylerdeki renklerin oluşmasını açıkladığını gösterdi. Üstelik, nesneleri olduğunun iki katı boyutunda gösteren İzlanda kristalinin (kalsit) bu ilginç özelliğini Newton'dan çok daha iyi açıkladı. Ancak burada da Newton'un üstün otoritesi etkili oldu ve ışığın dalga teorisi itibarını yeniden kazanmak için yüzyıldan daha uzun süre beklemek zorunda kaldı.

Mikroskop: Küçük canlıların yeni dünyası

Teleskop Galileo'nun elinde nasıl yıldızların sırlarını açığa çıkardıysa, bir başka optik cam olan mikroskop da Malpighi, Hooke, Swammerdam (1637-1680) ve eşi bulunmaz Hollandalı kumaşçı Leeuwenhoek (1632-1723) gibi bir dizi 17. yüzyıl gözlemcisinin elinde çok küçük varlıkların dünyasını gözler önüne serdi. **4.39** Böcekler, bitkileri oluşturan parçalar, suda yaşayan küçük yaratıklar, hatta minicik bakteriler ve nesillerin sürdürülmesini sağlayan spermlerin hepsi gözlemlendi; bunlar merak, spekülasyon ve tartışma konusu oldular. Daha büyük hayvanların anatomisi hakkındaki bilgiler de geliştirildi; Harvey'in kan dolaşımı teorisi tamamen doğrulandı. Ne var ki teleskop ister denizcilikte ister astronomide olsun, en başından beri gerçek, pratik bir kullanım alanı bulmasına karşın mikroskobun değeri ancak 200 yıl sonra, Koch ve Pasteur'ün ellerinde bakteriyel hastalıklara karşı verilen mücadele sırasında anlaşılacaktı. Büyük ölçüde bu nedenden dolayı bu ilk mikroskobik incelemeler ne mikroskobide ne de biyolojide doğrudan büyük bir gelişmeye yol açtı; bilimsel ya da pratik olmaktan çok -felsefi anlamda- eğlendirici ve bilgilendirici etkileri görüldü.

Vakum ve barometre

Pnömatiğin Yunanlıların ulaştığı sınırları çok gerilerde bırakan gelişmesi, ileride astronomi ve denizcilikten çok sanayide etkisini gösterecek olan fizik bilimine doğru atılan ilk büyük adımdı. Bu adımın atılmasını sağlayan belirleyici buluş -vakumun fiilen üretilmesi- aslında doğrudan pratik hidrolikten elde edilmişti. O güne kadar vakumun varlığı felsefi bir tartışma konusuydu ; 1643'ten sonra pratik ispat sorunu haline geldi. Galileo ömrünün son yıllarında sıradan emme-basma tulumbalarla suyun neden otuz iki feetten (yaklaşık 9.81 metre) daha yukarıya çıkartılmasının mümkün olmadığı sorunu üzerine yoğunlaştı. Madenciler ve kuyucular tarafından çok uzun zamandır bilinen bu gerçek o zamana kadar nedense bilginlerin dikkatini çekmemişti. Galileo bunu kolon içinde yükselen suyun kendi ağırlığını taşıyamamasına bağladıysa da suyun yükselişi durduğun-

da neden aniden aşağıya inmediği sorusuna doyurucu bir yanıt getiremedi. Ve bunu sınırlı bir *boşluk korkusu*na bağladı.

Galileo'nun ölümünden bir yıl sonra öğrencisi Toricelli (1608-1647) dahiyane bir fikirle su yerine cıva kullandı ve böylece makul yükseklikte bir kolonla araştırmalarını sürdürmeyi başardı. Çünkü ters çevrilmiş tüpün içine cıva otuz inçten (yaklaşık 75 cm) daha fazla yükselemeyecek, dolayısıyla bir inç karelik alanda on beş poundluk (yaklaşık 7.4 kg) suyun sağladığı basınç elde edilebilecekti. Toricelli asıl nedeni -cıva seviyesini yüksekte tutan kuvvetin hava basıncı olduğunu- görecek kadar entelektüel cesarete sahipti. Öyleyse bu alet hava basıncını ölçmeye yarayan *barometre*ydi. Kolonun üstündeki uzam, doğanın nefret ettiği varsayılan gerçek boşluktu. Gerçekten de daha önce gördüğümüz gibi, Aristo vboşluğun mümkün olmadığını, çünkü şiddetli hareket içinde önden açılan ve arkadan kapanan havaya gereksinim olduğunu kanıtlamıştı. Vakumun keşfedilmesi, onu yadsımak ya da bir mazeret bulmak için gösterilen her türlü çabaya rağmen Aristo'nun mekaniğine vurulan son ve öldürücü darbeydi. Toricelli'nin getirdiği açıklama, kısa bir süre sonra eline bir barometre alıp dağa çıkan ve basınçta görülen azalmayı not eden Pascal'ın (1623-1662) deneyi ile doğrulandı.

Von Guericke'nin hava pompası

Bundan sonra öyküyü kaldığı yerden sürdüren adam olağanüstü bir kişiliğe sahip, günümüzün donanımlı bilim insanlarının prototipi olan, Magdeburg Belediye Başkanı ve Gustav Adolphus'un levazım subayı, büyük servet sahibi Otto von Guericke'ydi. Von Guericke her şeyi büyük ölçekli tuttu. Deneyleri için o günlerde bir servet sayılabilecek 4.000 sterlin harcadı. Önce basit bir yöntemle kapalı bir fıçıdan suyu dışarıya pompalayarak bir vakum elde etmeye çalıştı. Fıçı parçalanınca, pirinçten daha dayanıklı bir kap yaptı. Sonra bir hava pompası icat ederek büyük kaplarda vakum elde etmeyi başardı. Bunlardan birini, imparatorun ve saray erkânının huzurunda gerçekleştirdiği, yarım küre biçimindeki iki fıçıyı birbirinden ayırmak için her bir yanda 16 atın bulunduğu ünlü deneyinde kullandı.

Magdeburg küreleri yeni bilimin maddi gerçekliğine en etkili kanıtı sundu. Ama deney bundan daha fazlasını gerçekleştirdi. Halka, hava basıncının oluşturduğu vakumun, yalnızca denetim altına alması biraz ustalık gerektiren en etkili güç olduğunu gösterdi. Von Guericke havası alınmış tüplerle güç aktarımı yapmayı tasarladı; bu düşünce daha sonra geliştirilerek demiryollarındaki vakum frenlerinde kullanıldı.

Von Guericke'nin pompaları Boyle ya da daha büyük bir olasılıkla o zamanlar onun yanında çalışan Hooke tarafından oldukça geliştirildi. Boyle bu pompa ile pek çok yeni ve tuhaf sonuca ulaştı: Örneğin, hava olmadan sesin yol alamadığını, fakat ışığın ve manyetizmanın bundan etkilenmediğini gösterdi. Ayrıca vakum içinde yaşamın da, yanma olayının da mümkün olmadığını buldu. Bu beklenmedik bir buluş değildi fakat kanıtlanmış olması yine de çarpıcıydı. Böylece bir sonraki yüzyılın kimyasal ve fizyolojik devriminin ilk ipuçlarını da vermiş oldu.

Hava pompasının kullanılması, özellikle de pompalama için gerekli kuvvet, Boyle'u hem sıkıştırılmış hem de genleşmiş havayı incelemeye götürdü. Bunun sonucunda "Havanın Esnekliği" adını verdiği ve bugün bizim Boyle Yasası olarak bildiğimiz, basit mekaniğin dışındaki ilk bilimsel yasayı buldu: Belirli bir miktardaki havanın hacmi ile basıncının çarpımı sabittir -ya da daha doğrusu sonradan bulunduğu gibi ısı ile doğrudan orantılıdır.

İnsanların gereksinimlerini karşılamak için yeni doğa güçlerinden yararlanma düşüncesi asla yok olmadı. Madenlerde pompalama işi için kaba güce duyulan gereksinimin arttığı, gelişmekte olan sanayinin tekerini döndürme zorunluluğunun kendisini kuvvetle hissettirdiği bir bilimsel atılım çağı olan 17. yüzyılda bu görüşün yeniden ortaya çıkması kaçınılmazdı. Ateş-gücü, özellikle etkisini toplarda ispatlamasından bu yana başvurulabilecek en bilinen kuvvetti. İlk ortaya atılan kaba görüşlerden biri, bugün petrol kullandığımız yerlerde barut kullanılmasına dayanan içten yanmalı motor düşüncesiydi. Sonra mucitler buharın genleştiricigücüne kafa yordular. Bu doğrudan yöntemler başarısızlığa mahkûmdu; ama bunun nedeni özünde yanlış olmaları değil, o dönemin tekniğinin bu büyüklükte-

ki basınçlara dayanabilecek gerekli kapları sağlamakta yetersiz kalmasıydı. Huygens'in asistanlığını yapan ve daha sonraları bir süre Boyle'un yanında çalışan Denis Papin (1647-1712) içine koyduğu kemikleri çorbaya dönüştüren bir öğütücü yapmayı başardı. Ne var ki Papin'in *düdüklü tenceresi* ancak günümüzde kullanılmaya başlandı. Pratik bir buhar makinesi için ilk adımları atan da Papin'di. Bir sonraki bölümde göreceğimiz gibi, buhar gücünün kullanılmasına giden yol vakumdan geçecekti.

Akılcı kimyanın yalancı şafağı

Vakumun bulunması, akılcı kimya alanında 100 yıl sonra görülecek olan gelişmenin daha 17. yüzyılda gerçekleşmesini olanaklı kılabilecek ilk ipuçlarını vermişti. Vakum pompası havanın hem yanma hem de nefes alıp verme için ne kadar gerekli olduğunu gösterdi ve ilgiyi birbirine yakından bağlı olan alev ve yaşam sorunları üzerine yoğunlaştırdı. Paracelsus'un bıraktığı bir ipucunu izleyen Boyle, Hooke ve Mayow havanın yanma için gerekli olan ve atardamardaki kana kırmızı renk veren bir unsur içerdiğini kanıtlamayı neredeyse başaracaklardı. Boyle bu unsuru "yaşamsal ruhlarımızın tazelenmesine ve canlanmasına hizmet eden yaşamsal öz" olarak tanımladı; Mayow ise ona "Nitro-hava ruhu" adını verdi ve böylece onu barutla ilişkilendirdi -bu unsur ileride Lavoisier'in oksijeni olacaktı. Ne var ki her üçü de, iki temel nedenden ötürü daha ileri gidemediler. Bu nedenler elverişli bir bilimsel teorinin yokluğu ile malzemenin ve tekniğin yetersiz oluşuydu.

Kimya hiçbir zaman klasik ölçütlerin bir parçası olmamıştı. Aristo'nun unsurları -toprak, su, hava ve ateş- daima kimyasal olmaktan çok meteorolojik ve fiziksel bir niteliğe sahipti . Arap ve Ortaçağ kimyası ise -ki buna simya demek daha doğrudur- metalleri gezegenlerle ilişkilendiren bir astroloji ile adamakıllı karışmış durumdaydı. Boyle'un *The Skeptical Chymist [Kuşkucu Kimyager]* adlı yapıtında belirttiği gibi, Aristocu-Platoncu dünya tablosunun çökmesi, tafrasından ve gezegenlerin etkisinden arınan kimyanın entelektüel bir temelden yoksun kalması anlamına geliyordu. Üç temel unsura

-cıva, kükürt, tuz- dayalı Arap-Paracelsus kimyası da ondan daha başarılı değildi. İlkeler, *esrarengiz nitelikleri* dışarda bırakmak için özel olarak tasarlanmış olan zerrecik felsefesine ayak uyduramayacak kadar belirsiz ve değişkendi. Boyle, yadsımacı bir tarzda da olsa, elementin doğru bir tanımını vermeyi başardı:

> ...Tamamen homojen olmayan, ne kadar küçük olursa olsun birden çok maddeye ayrışabilen ...hiçbir cisim gerçek bir ilke ya da element değildir.

Ne yazık ki kimya tekniği, birkaç metal dışında bir elementin ne olacağı konusunda bir güvence verebilecek durumda değildi; Boyle'un ölçütü bu yüzden bir yüzyıl daha uygulanamadı. *On the Unsuccessfulness of Experiments [Deneylerin Başarısızlığı Üzerine]* adlı yapıtında o, bunun böyle olacağını öngörmüştü.

Kimya alanında, fizik alanında olduğundan çok daha uzun bir zaman çalışmış olan Newton da pratikte daha ileri bir noktaya varamadı. Vavilov'un gösterdiği gibi 4.85; 4.108 teoride "birbirine sıkıca tutunan, iç içe geçmiş kabuklardan oluşan atom" anlayışını geliştirdi. Bu, elektronları ve çekirdeğiyle birlikte modern atomun çarpıcı ve son derece mantıklı bir biçimde öngörülmüş olması demektir. Ne var ki bu görüş, yaklaşık üç yüzyıl boyunca unutulmuş halde bir köşeye bırakıldı. 17. yüzyıl kimyası henüz zerrecik çözümlemelerinin uygulanabileceği bir durumda değildi. Bunun için yeni deneysel olguların düzenli bir biçimde birikmesi gerekiyordu ve bu da bir sonraki yüzyılda gerçekleşecekti. Kimya, fiziğin tersine, çok yönlü ve çok sayıda deney gerektirir ve apaçık ilkeler içermez. İlkeler olmayınca da gerçek fakat anlaşılamaz sırlara dayalı "gizli" bir bilim olarak kalmaya mahkûmdur.

Kimya, antik çağlardan beri bilinen hep aynı materyaller üzerinde dönüp durdukça bunlar basmakalıplaşma eğilimi göstermeye başladılar. Ancak 15. yüzyıldan sonra kimya dünyası hızla genişledi. Fosfor gibi dikkate değer özellikleri bulunan maddeler tesadüfen elde edildi; Eski ve Yeni Dünya'larda bizmut ve platin gibi yeni metaller bulundu. Bunların özelliklerini açıklayabilmek için doğrulukları pratikte sürekli sınanan yeni teorilere gerek duyuldu. Bu teoriler

önceleri ister istemez nitel ve belirsizdi; fakat daha kesin teorilere sağlam bir temel oluşturdular. Giderek daha da uzmanlaşan ticaretin ve sanayinin taleplerine karşılık verebilmek için belirli kimyasallara -güherçile (potasyum nitrat), şap, yeşil vitriol (demir sülfat), vitriol yağı (sülfirik asit), soda- gerek duyuldu; bu deneyim kimya sanayisini doğurdu; ortaya çıkan problemler ise bir sonraki çağın akılcı kimyasına zemin hazırladı.

17. yüzyıl biyolojisi

Son derece karmaşık bir ilişkiler yumağı olan canlılar dünyasını açıklamanın, kimyasal dönüşüm olgusunu açıklamaktan çok daha zor olması kaçınılmazdı. Dolayısıyla yeni mekanik zerrecik felsefesinin tüm çalımına karşın gerçekte bir işe yaramaması şaşırtıcı değildir. Sanctorious (1561-1636) yemek yerken ve uyurken kendi ağırlığını ölçtü ama saptadığı değişiklikleri açıklayamadı. Descartes, hayvan-makinesi ile ondan tek farkı ussal bir ruh tarafından beyin epifizi aracılığıyla yönetilmekte olan insan-makinesi görüşünü yaygınlaştırdı. Descartes'in açıklamaları hareket ve duyular konusundaki muammayı çözeceği umudunu vermesine karşın, fizyolojinin ilerlemesine pek fazla yardımcı olamadı. Borelli (1608-1678) bu benzetmeyi daha da ileri götürerek insanlarla hayvanların kol ve bacak hareketlerini mekanik ilkeler temelinde açıkladı. Hidrolik kalbi ve kanı çok iyi açıklıyor ama sıra beyine ve sinir sistemi sıvısına gelince bir işe yaramıyordu.

17. yüzyılın, özellikle mikroskobun kullanılmasıyla birlikte yaşamsal bir ilerleme kaydettiği alan gözlemcilikti. Böylece, neslin devam ettirilmesini sağlayan spermlerin varlığı ilk kez açıkça ortaya kondu. Kısa vadede daha önemli olan ise Nehemial Grew (1641-1712) ile bir demircinin oğlu olan John Ray'in (1627-1705) çalışmalarıydı. Grew bitki fizyolojisinin temellerini atarken, Ray de bitkilerin ve -bitkilere oranla daha başarısız olmakla birlikte- hayvanların bilimsel olarak sınıflandırılmasına doğru ilk adımları attı.

17. yüzyılın sonlarındaki biyolojik araştırmalar pratikte o an için tarıma büyük bir yarar sağlamadı. Bahçecilik başta olmak üzere ta-

rım alanında gerçekleştirilen değişiklikler, daha çok geleneksel pratiğin olağanüstü elverişli ekonomik koşullar altında gösterdiği özenli ve ağır ilerlemenin sonucuydu. Çiftliklerine araç-gereç ve gübre olarak *sermaye* yatırmaya istekli ve aynı zamanda gelişen üretim için bol ve giderek büyüyen bir pazar güvencesine sahip becerikli ve varlıklı kimseler Flanders'te ve Hollanda'da bulunabildi. Hollanda, John Evelyn (1620-1706) gibi hevesli amatörlerin çalışmaları sayesinde, yeni yöntemlerin İngiltere'ye aktarıldığı bir fidanlık oldu.

Süreç düş kırıklığı yaratacak ölçüde ağır ilerlemesine karşın doğrudan deney yöntemi tıp alanında kısa süre içinde son derece verimli oldu. Tıbbın hastalar üzerinde uygulanacak bir doktrin olmaktan çok hastalar üzerindeki incelemelerden yola çıkılarak keşfedilecek bir bilim olduğu görüşü Hipokrat'a kadar uzanan eski bir görüş olmasına karşın büyük ölçüde unutulmuştu. Bu dönemde, büyük bir klinikçi olmasının yanı sıra çağın tüm bilimleriyle de yakından ilgilenen Sydenham (1624-1689) gibi hekimler tarafından bu görüş yeniden canlandırıldı.

7.9. GÖKYÜZÜ MEKANİĞİ: NEWTONCU SENTEZ

Bütün bu başarılar pek çok alanda bilimsel çalışmanın alabildiğine serpilip geliştiğini göstermekle birlikte, 17. yüzyılın asıl ilgi alanı ve en büyük bilimsel zaferi, hiç kuşkusuz yıldızların hareketini maddenin yeryüzünde gözlemlenebilen davranışı temelinde açıklayan genel bir mekanik sistemin tamamlanmış halde ortaya konmasıydı. Bu konuda modern bilim insanları aslında Antik Yunanlılarla kesin bir hesaplaşma içindeydiler. Antikler ve modern bilim insanları, gökyüzüyle ilgili çalışmaların önemi konusunda hemfikirdiler. Ancak ikinciler, felsefi olmaktan çok daha pratik bir açıdan konuya yaklaştıklarından, aradıkları yanıt da antiklerinkinden son derece farklıydı. Eksiksiz ve doyurucu bir yanıt bulabilmeleri Galileo, Kepler, Descartes, Borelli, Hooke, Huygens, Halley ve Woen gibi dönemin bilim alanındaki neredeyse tüm büyük isimlerinin aralarında olduğu bir dizi matematikçi ve astronomun çalışmaları sayesinde oldu. Tüm bu çalışmalar, Newton'un kendisine ait olan evrensel çekim teorisini açıklayıp kanıtladığı

De Philosophie Naturalis Principia Matematica adlı yapıtında derlenerek mekanik bilimin birleşmesinin yolunu açtı.

Antik çağların kozmolojisinin yıkılmasıyla birlikte felsefe ve teorik önemini yitirmiş olmasına karşın, güneş sisteminin hareketi problemine hâlâ çok büyük ilgi duyulmamaktaydı. Galileo'nun yargılanması doğrusu, Kilise Aristocularının giderayak son bir umutla fırlattıkları, hedefi ıskalayan bir mermiydi. Ne var ki onun yerini alacak olan yeni yapı, Kopernik ve Kepler güneş sisteminin kabul edilebilir bir açıklamasını bulana kadar tamamlanamayacaktı. Hemen her doğa filozofunun bu açıklamayı bulmak amacıyla kurgulara, deneylere ve hesaplamalara girişmiş olmasının bir nedeni de buydu. Bunların bazıları, özellikle de Hooke, sonuca çok yaklaştılarsa da davayı başarıya ulaştıran Newton oldu.

Boylamın bulunması

Güneş sisteminin hareket yasalarının bulunmasının astronomlar açısından çok daha önemli bir nedeni daha vardı: Astronominin esas olarak astrolojik tahminlere gerek duyduğu zamanlarda yeterli olandan çok daha doğru astronomik tablolara duyulan gereksinim. Denizcilik çok daha titiz kurallar gerektiriyordu. Bir geminin denizdeki konumunun belirlenmesi, özellikle de konumun saptanması için gerekli olan boylamın hesaplanması daima önemli bir sorun olagelmişti. Denizaşırı seferler için ülkelerin -özellikle bilimsel ilerlemenin merkezi olan İngiltere'nin, Fransa'nın ve Hollanda'nın-ayırdıkları ekonomik payla giriştikleri askeri çabaların olağanüstü arttığı bir çağda bu sorun çok daha büyük önem kazanmıştı. Boylamın bulunması gerek eğitimli astronomların gerek pratik denizcilerin on yıllar, hatta yüzyıllar boyunca üzerinde kafa yordukları bir sorundu. Devlet desteği sağlanan ılk bilimsel kurumlar olan Paris'teki ve Greenwich'teki Kraliyet Gözlemevleri, bu pratik soruna çözüm bulunmasına yardımcı olmaları amacıyla kurulmuşlardı.

Boylamın belirlenmesi, aslında herhangi bir yerdeki mutlak zamanın -bugünkü deyişle Greenwich zamanının- belirlenmesi demektir. Mutlak zaman yerel zamanla karşılaştırıldığında, aradaki

zaman farkı doğrudan boylamı verir. Radyonun icadından önce herhangi bir yerdeki Greenwich zamanını belirlemenin yalnızca iki yolu vardı: Birincisi, gökyüzünde âdeta bir saat gibi asılı duran ayın ve yıldızların hareketlerinin gözlemlenmesi; ikincisi, Greenwich saatine göre ayarlanmış hassas bir saatin kullanılması. Bunlardan ilki, gökyüzündeki cisimlerin yerlerinin bulunabilmesi için son derece hassas astronomik tablolar gerektirir; ikincisinde ise kullanılan saatin mekanizmasının çok güvenilir olması gerekir. Tüm bir 17. yüzyıl boyunca ve 18. yüzyılın büyük bir bölümünde her iki yöntem de biri diğerine üstünlük kurmaksızın birarada kullanıldı. Her iki yönden de sürdürülen bu düşünsel, gözlemsel ve deneysel çalışmaların itici gücü, kısmen ticari nedenlerden fakat bunun yanı sıra ulusal ve kişisel saygınlık elde etme isteğinden ileri geliyordu.

Kronometre

Yukarıda sözü edilen iki yöntem ilk bakışta birbirinden oldukça farklıydı: Birisi birtakım el yapımı mekanizmaların, diğeri ise boşluktaki kürelerinhareketleriyle ilgiliydi. Ama ikisi üzerinde incelemeler sürdükçe her ikisinin de ortak bir temele, dinamiğe dayandıkları görüldü. *Sarkacın*, mutlak olarak eşit zaman aralıklarında gidip gelen ideal denetçi olduğunu ilk keşfeden Galileo'ydu. Hooke ise sarkacın yerine, geminin hareketlerinden etkilenmeyen ve yayla kontrol edilen zembereği koyarak konuya pratik bir katkıda bulundu. Her iki durumda da zamanı tam olarak belirleyebilmek, salınım halindeki cisimlerin hareket yasalarının bilinmesine bağlıydı. Bu sorunu, ilk kronometrenin temellerini atan Huygens çözdü ve *De Horologium Oscillatorium* (1673) adlı yapıtında çözümünü açıkladı. Ne var ki bu ilkelerin ince işçilik yoluyla pratiğe geçirilebilmesi için uzun bir zamanın geçmesi gerekti. Ve sonunda 1765'te Harrison'un kronometresi boylamı ölçene verilmek üzere konulan ödülü kazanmayı başardı.

Gezegenlerin hareketleri: Çekim doktrini

Soruna yalnızca astronomik bir bakış açısıyla yaklaşılması pratik bir çözüm getirmekte yetersiz kalmakla birlikte, bunun geleceğin

bilimine son derece değerli katkıları oldu. Çünkü bu yaklaşım, gezegenlerin hareketleri sorununa matematiksel ve dinamik bir çözüm bulunması yönünde uyarıcı oldu. Pek çok insan gezegenlerin güneşin etrafında neden ilk olarak Kopernik'in gösterdiği gibi eliptik yörüngeler çizmesi gerektiği konusunda çeşitli görüşler öne sürdüler; hatta gezegenlerin bir çekim gücü sayesinde o yörüngeler içinde tutuldukları bile tahmin edildi. Çekim düşüncesi, Gilbert'in mıknatısı üzerine yaptığı incelemelerden beri oldukça yaygınlaşmıştı doğrusu. Mıknatıs, belli bir mesafede çekimin olabileceğini kanıtlamış; hatta Gilbert, gezegenleri bulundukları konumda tutan ve yörüngeleri üzerinde hareket etmelerini sağlayan kuvvetin manyetizma olabileceğini ileri sürmüştü.

Borelli 1666'da önemli bir görüş ortaya attı. Buna göre gezegenlerin hareketi, bir sapanın içindeki taşın uyguladığına benzer merkezkaç kuvvetini dengeleyecek bir başka kuvveti gerektiriyordu. Borelli bu kuvveti, dünyadan en yakın komşusu aya ve güneşten gezegenlere doğru uzanan çekim kuvveti olarak tanımladı. Gezegenlerin güneşe yaklaştıkça hızlarının arttığı eliptik yörüngeyi açıklamak için artan merkezkaç kuvvetini dengelemek üzere çekim kuvveti de artıyor olmalıydı. Dolayısıyla çekim kuvveti, uzaklığın kuvvetinin bir fonksiyonuydu. Şimdi yanıt bulunması gereken soru bu fonksiyonun ne olduğuydu. Çekimin uzaklık arttıkça azaldığını düşünen Hooke, bu görüşünü doğrulamak için aynı cismin yerdeki, maden kuyusundaki ve çan kulesinin tepesindeki ağırlığını ölçtüyse de bir sonuç elde edemedi.

Descartes'in çekim teorisi hâlâ geçerliydi: Buna göre cisimler -1679'a kadar bu teoriye inanan Newton'un sözleriyle- "bu cisimlerin oluşturduğu girdaplardaki eterin çekingenliği gibi gizli birtakım ilkeler" tarafından kendi çekim merkezlerine doğru çekiliyorlardı. *4.79*

Bu genel görüşler matematiksel formüllere dönüştürülüp gözlemlerle sınanana kadar daha fazla ilerleme kaydedilemedi. Bu yolda ilk adımı 1673'te Huygens attı: Sarkaçlı saatler üzerine çalışmalarıyla bağlantılı olarak merkezkaç kuvveti yasasını dile getirdi ve bu kuvvetin yarıçapla doğru, zamanın karesi ile de ters orantılı olarak değiştiğini gösterdi. Kepler'in üçüncü yasasına göre zamanın karesi

yarıçapın küpüyle doğru orantılıdır; buradan merkezkaç kuvvetini dengeleyen çekim kuvvetinin -yani merkezcil kuvvetin- yarıçapın kendi küpüne bölünmesine eşit olduğu veya bir başka deyişle yarıçapın karesiyle ters orantılı olduğu sonucu çıkar [$r/r^3 = 1/r^2$]. Hooke, Halley ve Wren 1679 yılında bu sonuca ulaşmışlardı. Geriye iki sorun kalıyordu: Eliptik yörüngelerin açıklanması ve büyük çekim gücüne sahip cisimlerin hareket tarzı. Hooke bu sorunlar hakkında Newton'a bir mektup yazdıysa da yanıt alamadı. 1864'te Halley bu sorunlara çözüm bulana ödül vaat etti. Çözüme çok yaklaşıldığı ortadaydı; ne var ki pek çok kişinin bu noktaya varılmasında katkısı olmasına karşın kesin çözümü bulacak ve buradan devrimci sonuçlar çıkartacak matematik yeteneğine yalnızca bir kişi sahipti.

Isaac Newton

Bu kişi, bilim-akademisi üyelerinin genç kuşağından, 1642'de Galileo'nun öldüğü yılda doğmuş olan Isaac Newton'du. Matematik ve optik alanlarındaki araştırmalarıyla tanınan Newton, Cromwell'i ve parlamento görevlilerini yetiştirmiş olan yeni taşralı orta sınıftan geliyordu. Küçük bir Lincolnshire çiftçisi olan babası, o daha doğmadan ölmüştü fakat yaşamında kurmuş olduğu ilişkiler oğlu Newton'un Cambridge'e kabul edilmesine yetecekti. Pek de parlak bir öğrenci olmayan Newton, 1663 yılında çok gezmiş, çok görmüş geçirmiş yeni bir Lukasyon matematik profesörü olan Isaac Barrow'la (1630-1677) tanıştı. Newton'un yeteneklerini fark eden Barrow, o güne kadar hiçbir yazısı yayınlanmamış olmasına ve pek tanınmamasına karşın 1669 yılında, henüz 26 yaşındaki bu genç adamı kendi kürsüsüne aldı. 1696'ya kadar Cambridge'de kalan Newton, bu tarihte önce Darphane denetçiliğine, ardından da yılda 400 sterlin ücretle aynı yerde müdürlüğe atandı. Bu göreve atandığı için kendini çok şanslı sayan Newton, işin gerektirdiği görevleri büyük bir sorumluluk duygusuyla yerine getirdi.

Newton, Cambridge'de optik, fiziğin diğer pek çok dalı, kimya, İncil kronolojisi ve Aryan türü sapkın bir mezhep üzerine çalışmalar yaptı. Üniversite üzerinde pek fazla etkisi bulunmayan Newton ken-

dine özgü bir okul da kurmadı. Ancak burada, başını Henry More'un çektiği koyu dinci bir topluluk olan Platoncuların etkisi altına girdi; onlar aracılığıyla Platonik unsurlar önce Newton'un felsefesine, ardından da bunun bir sonucu olarak modern bilime girmiş oldu.
4.28 Newton genel olarak kendi sınıfının görüşlerine bağlı kalmış, Parlamento'da Cambridge Üniversitesi'ni temsil etmiş, politikada da Whig [Liberal Parti] uzlaşmacılığını desteklemiştir. Bu özelliği, devrimci potansiyelleri sonradan ortaya çıkan görüşlerinin başlangıçta saygı görüp benimsenmesine yardımcı oldu. Newton kişilik olarak oldukça tuhaf biriydi; ketum ve içine kapanıktı; âdeta bir sır küpüydü. Hiç evlenmedi. Kutsal üçleme konusundaki kuşkuları nedeniyle kilise tarafından önerilen görevleri kabul etmedi. Kendisine özeleştirel yaklaşabilecek kadar birikimli ve bilgiliydi; ne var ki bu onu başkalarının eleştirileri karşısında çok daha alıngan yaptı.

Newton çekim konusundaki tartışmalara oldukça geç katıldı. Daha 1665 yılında, henüz diplomasını almamış bir üniversite öğrencisi iken, Avrupa'yı saran salgın hastalık nedeniyle Woolsthorpe'daki evinde dinlenmeye çekilmek zorunda kaldığında çekim olayını eni konu düşünmüş olsa gerek. Ünlü elma hikâyesi de doğru olabilir. Ancak ya çekim konusunda kuşkuları vardı ya da onu pek önemli bulmuyordu; çünkü bu konuda bir yazı kaleme almadığı gibi, yirmi yıl boyunca başka konular üzerine yoğunlaştı. Son yapıtı, Newton'un birinde karar kılmadan önce bir dizi karşıt hipotez üzerinde düşünüp hepsini göz önünde bulundurma yeteneğinde olduğunu göstermektedir. 1679 yılındaki Kartezyen kurgusundan da anlaşıldığı üzere, bu konuda da böyle davranmış olsa gerek. Gerçek ne olursa olsun, onun 1665'te ne düşündüğünün bilimin akışı üzerinde bir etkisi olamaz. O bunu yayınlamadan önce, başkalarının "ters kare" yasasını bulmuş oldukları açıktır.

Yine de Newton'un bu konudaki katkısı belirleyiciydi. Fiziksel ilkeleri gözlemlerle doğrulanabilir, nicel olarak hesaplanabilen sonuçlara dönüştürmeyi ve bunun tersi olarak böylesi gözlemlerden fiziksel sonuçlar çıkarmayı sağlayan matematiksel yöntemi bulan odur. *Principia*'nın önsözünden kendi sözleriyle aktaracak olursak:

Bu eseri felsefenin matematiksel ilkeleri olarak sunuyorum; çünkü felsefenin tüm yükü buradan kaynaklanmaktadır -hareketler fenomeninden yola çıkarak doğa güçlerinin araştırılması ve bu güçlerden de diğer fenomenlere varılması; ... doğa fenomenlerinin geri kalanını mekanik ilkelere dayalı aynı uslamlama yöntemiyle çıkarsayabilmeyi umardım; çünkü cisimlerin parçacıklarını henüz bilmediğimiz nedenlerle birbirlerine doğru itip her zamanki biçimlerini almalarını sağlayan veya birbirlerinden uzaklaştırıp cisimlerin parçalanmasına yol açan birtakım kuvvetlerin diğer doğa fenomenlerinin de temelinde yattığını düşünmemi gerektiren pek çok neden var. Bu nedenlerin neler olduğu bilinmediğinden filozofların ve bilginlerin doğa araştırmaları bugüne kadar sonuçsuz kalmıştır; ancak, burada ortaya konan ilkelerin buna ya da daha doğru bir felsefe yöntemi bulunmasına ışık tutacağını umuyorum.

Sonsuz küçüklüklerin hesaplanması [Infinitesimal Calculus]

Newton'un bu işi yaparken yararlandığı araç sonsuz küçüklüklerin hesaplanması ya da kendi deyişiyle fluksiyon yöntemi (sürekli bir fonksiyonun düz akışı) idi. Bu yöntem, Babilli öncellerinden bu yana Eudoxus ve Arşimet'i de kapsayan birçok matematikçinin kuşaklar boyunca yürüttükleri çalışmalarının doruğuna ulaşması demekti. 17. yüzyılda Fermat ve Descartes'in çalışmalarıyla daha da geliştirilen bu yöntem Leibniz (1646-1716) tarafından bugün bildiğimiz haline getirildi. Bu yöntemin bulunması onurunun gerçekten Newton'a mı yoksa Leibniz'e mi ait olduğu sorusu zamanında sert tartışmalara konu olmasına karşın, bilimin gelişmesi bakımından o kadar önemli değildir. Önemli olan, Newton'un fiziğin yaşamsal problemlerini çözmede bu yöntemden yararlanmış ve onu başkalarına da öğretmiş olmasıdır.

Bu yöntemle, bir cismin konumu ile hızı ya da bir başka zaman kesitindeki hız değişim oranı arasındaki ilişki biliniyorsa, söz konu-

su cismin belli bir andaki konumunu bulmak mümkündür. Bir başka deyişle, kuvvet yasası bilinirse yol hesaplanabilir. Tersten uygulandığında, Kepler'in hareket yasasından Newton'un çekim yasası elde edilir. Matematiksel açıdan bunlar aynı şeyi söylemenin iki farklı yoludur. Ancak, gezegenlerin hareket yasası soyut göründüğü halde, çekim kuvvetinin kendisi bütünüyle bir sır olarak kalsa bile güçlü bir çekim kuvveti tarafından yörüngesinde tutulan gezegen düşüncesi kavranabilir bir imgedir.

Newton'un geliştirdiği değişken niceliklerin hesaplanması yöntemi mekanik ve hidrodinamik alanlarında çok çeşitli problemlerin çözümünde kullanılabilecek durumdaydı ve bizzat kendisi tarafından da bu doğrultuda kullanıldı. Yöntem çok geçmeden değişken niceliklerin ve hareketin kavranmasını, dolayısıyla her türlü makine mühendisliğinin anlaşılmasını sağlayan matematiksel bir araç haline geldi ve yüzyılımıza gelinceye dek seçkin bir yöntem olarak kaldı. Bir bakıma, modern bilimin gelişiminde en az teleskop kadar etkili bir araç oldu.

"Principia"

Newton'un, gezegenlerin hareketleri sorununa getirdiği çözümü *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* adlı yapıtında açıklamaya razı etmek için Halley tüm ikna gücünü kullanmış olsa gerek. Eser Kraliyet Akademisi tarafından, şaşırtıcı bir biçimde Akademi'nin başkanı olan Samuel Pepys'in onayıyla basıldı. Ancak Akademi ekonomik yönden sıkıntı içinde olduğundan, kitabın basılması için gereken parayı Halley kendi cebinden ödemek zorunda kaldı. Eser, fizik biliminin gelişmesine tüm bilim tarihinde eşine rastlanmadık bir katkıda bulundu. Matematik bakımından ancak Öklid'in *Elements*'iyle, fiziksel içeriği ve düşünceler üzerindeki etkisi bakımından ise Darwin'in *Türlerin Kökeni* adlı yapıtıyla karşılaştırılabilir. Eser kısa sürede yeni bilimin İncil'i oldu. Ancak, saygı duyulan bir doktrin kaynağı olmaktan çok -ki özellikle İngiltere'de böyle bir tehlike söz konusuydu- orada açıklanan yöntemlerin daha da geliştirildiği bir İncil'di bu.

Newton *Principia*'sında gezegenlerin hareket yasasını saptamaktan fazlasını yaptı. Onun asıl amacı, kuşkusuz evrensel çekimin dünya sistemini nasıl ayakta tuttuğunu göstermekti. Ama bunu eski felsefi yolla değil, yeni, nicel, fiziksel yolla yapmak istedi. Burada yerine getirmesi gereken iki görev daha vardı: Öncelikle eski-yeni önceki tüm felsefi anlayışları yıkmak; ardından da doğru olmakla kalmayıp fenomenleri açıklamanın en kesin yolu olan kendi felsefi anlayışını kurmak.

Principia'nın büyük bir bölümü, başlangıçta kendisinin de kur yaptığı, her gezegenin bir girdap içinde döndüğü gözde Descartes sisteminin özenle ve nicel yönden çürütülmesine ayrılmıştı. Bu sevimli, sezgisel bir görüş olmakla birlikte -Newton'un gösterdiği gibi- doğru, nicel sonuçlar vermekten acizdi. Newton bunu ortaya koyarken *viskozite* ve hava direnci görüşlerini ele alıp arındırarak *hidrodinamik* bilimi kurdu ve ancak uçağın ortaya çıkmasıyla kendini kanıtlayabilecek olan akışkanlar mekaniğinin temellerini attı.

Newton elde ettiği sonuçlara değişken niceliklerin hesaplanması yöntemiyle ulaşmasına karşın, *Principia*'da bütün işlemleri diğer matematikçilerin ve astronomların anlayabileceği şekilde klasik Yunan geometrisi ile açıklamaya özen gösterdi. *Principia*'nın yayınlanmasının doğurduğu ilk pratik sonuç, ayın ve gezegenlerin konumunun eskiye oranla çok daha doğru belirlenmesini sağlayan asgari gözleme dayalı bir hesaplama sisteminin geliştirilmesi oldu. Örneğin göksel bir cismin gelecekteki herhangi bir anda, hangi konumda olacağını belirlemek için üç gözlem yeterliydi.

Bunu kanıtlayan, Newton'dan kısa bir süre sonra ve yine onun teorilerini temel alarak kendi adını taşıyan ünlü kuyruklu yıldızın dönüşünü doğru olarak öngören arkadaşı Halley'di. Newtoncu teorilerin kullanılmasıyla, denizcilikte yararlanılan tablolar çok daha kesin ve doğru bir hale getirildi. Ne yazık ki boylamın bulunmasında yararlanılabilecek en uygun gök cismi, güneş sistemi içinde hareketleri en karmaşık ve dolayısıyla gözlemlenmesi en güç olan aydır. Bu yüzden ay, asla denizcilerin güvenle yararlanabileceği bir gösterge olmadı. Sonunda, Denizcilik Bakanlığı'nın koyduğu ödülü mekanik kafalı astronomların elinden alanlar bilimsel düşünceye yatkın saat imalatçıları oldu.

Aristo'nun yerini Newton alıyor:
Sabit bir evrene karşı kurulmuş bir evren

Newton'un çekim teorisi ve astronomiye yaptığı katkılar, Kopernik'le başlayan Aristocu dünya tablosunun dönüştürülmesi sürecinin son aşamasını oluşturur. Newton, bir ilk devindirici ya da Tanrı'nın emrindeki melekler tarafından işletilen küreler anlayışının yerine basit bir doğa yasasına göre işleyen ve sürekli kuvvet uygulanmasına değil, yalnızca onu yaratan ve harekete geçiren bir ilahi müdahalenin yeterli olduğu bir mekanizma anlayışını koydu.

Newton'un kendisi bundan o kadar emin değildi. Bu nedenle sistemin sürekliliğini sağlamak için ilahi bir müdahaleye açık kapı bıraktı. Ancak bu kapı daha sonra Laplace tarafından kapatıldı ve Tanrı'nın müdahalesi düşüncesinden vazgeçildi. Newton'un ayın ve gezegenlerin konumunu öngörebilmek için gerekli bütün nicelikleri içeren çözümü, ilahi bir tasarımın var olup olmadığı sorununu ele almaktan kaçındı. Doğrusu Newton bu tasarımı gözler önüne serdiğini düşünüyordu ve sorunu daha fazla kurcalamak istemedi.

Newton mutlak hareketin varlığı konusundaki sıkıntılı varsayımını, Platoncu arkadaşlarının izinden giderek uzayın Tanrı'nın sezgisi -beyni ve bilinci- olduğu ve dolayısıyla mutlak olması gerektiği düşüncesiyle açıkladı. Böylece göreceli teoriler arasında kaybolmaktan kurtuldu. Newton'un kendi teorisi, gezegenlerin hepsinin neden aşağı yukarı aynı düzlem içinde olması gerektiğini ve hep aynı yönde hareket ettiklerini açıklamaz (Descartes bunu basit bir biçimde girdapla açıklamıştı). Newton bunun Tanrı'nın isteği olduğu görüşünü öne sürerek başlangıç konusundaki bilgisizliğini gizledi.

Bu arada Rönesans ve Reform'un yıkıcı evresi sona ermişti. Tıpkı monarşi ile cumhuriyet ve üst-burjuvazi ile soyluluk arasında olduğu gibi din ile bilim arasında da yeni bir uzlaşmaya gerek duyuldu. Newton'un evren sistemi dini Ortodoksluğun önemli bir taviz vermesini gerektirdi; çünkü Tanrı artık gerek gökyüzü gerekse yeryüzüyle ilgili her olayda açıkça görülemiyor, yalnızca genel yaradılışta ve bütünün düzenlenmesinde kendisini hissettiriyordu. Tanrı da aslında yeryüzündeki temsilcileri gibi, anayasalbir kral haline gelmiş-

ti. Bilim insanları kendi paylarına dinin özel alanına –özlemleri ve sorumluluklarıyla insanın yaşam dünyasına– girmemeyi kabul ettiler. Piskopos Sprat tarafından ustalıkla savunulan ve 1692'deki Boyle vaazları sırasında heybetli Dr. Bentley tarafından örgütlenen bu uzlaşma uzun bir süre 19. yüzyılda Darwin tarafından bozulana dek sürdü.

Newton'un evrensel çekim sistemi o dönemde olduğu gibi günümüzde de onun en büyük eseri olarak görülmesine karşın, sonuçlara ulaşmada kullandığı yöntemler gerek bilim üzerinde, gerekse bilim dışında çok daha etkili olmuştur. Onun, niceliklerdeki değişikliklerden niceliklerin kendisine geçmek, ya da tam tersi için evrensel bir hesaplama yolu gösterdi. Newton ölümünün ardından bir iki yüzyıl daha fizik problemlerinin çözümünde kullanılacak olan matematiksel anahtarı sağladı. Kuvveti hareketin kendisiyle değil, hareketin değişimiyle ilişkilendiren hareket yasalarını ortaya koyarak, hareketi sürdürmek için kuvvete ihtiyaç olduğu biçimindeki sağduyuya dayalı eski anlayıştan tamamen koptu ve her türlü pratik mekanizmada kuvveti zorunlu kılan sürtünmeyi (ki her iyi mühendisin görevi bunu ortadan kaldırmaktır) ikinci plana itti. Tek kelimeyle özetleyecek olursak, Newton antik çağın insanlarına doyurucu gelen *statik* evren anlayışının yerine *dinamik* evren anlayışını getirdi. Newton'un atomculuğuyla birleşen bu dönüşüm onun, döneminin ekonomik ve toplumsal dünyasıyla bilinçsizce de olsa uyum içinde olduğunu gös terir. Bu dünyada herkesin kendi yerini bildiği geç-klasik çağın ve feodal dönemin hiyerarşik düzeninin yerini, herkesin kendi başının çaresine baktığı bireysel girişimcilik düzeni almaktaydı.

Newton'un çalışmaları, güncel başarılarının yanı sıra bir asırlık deney ve hesaplamaların sonucu olarak sonraki çağlarda bilim insanlarının güvenle kullanabilecekleri bir yöntem sundu. Aynı zamanda, bilim insanlarını olduğu kadar bilim insanı olmayan kimseleri de evrenin basit matematiksel yasalarla düzenlenmiş olduğu fikrine inandırdı. Nitekim, ileride göreceğimiz gibi elektrik ve manyetizma yasaları Newtoncu model üzerinde yükseldi. Kimyagerlerin atom teorisi de Newton'un atomcu düşüncelerinin doğrudan bir ürünüydü.

Newton'un saygınlığı ve etkisi

Newton'un bu başarıları birtakım olumsuz etkileri de beraberinde getirdi. Kendisi öylesine yetenekli, sistemi görünürde öylesine kusursuzdu ki, bu durum bir sonraki dönemin bilim insanlarının cesaretini kırarak ya da yalnızca onun el atmadığı konulara eğilmelerine yol açarak bilimin ilerlemesinin önünde bir engel oldu. İngiliz matematiğinde bu sınırlama 19. yüzyılın ortalarına kadar sürdü. Newton'un etkisi sisteminden daha uzun ömürlü oldu. Bilime verdiği nitelik hiç sorgulanmaksızın olduğu gibi kabul edildi ve dolayısıyla büyük ölçüde teolojik önyargılarından kaynaklanan ciddi yetersizlikler Einstein'ın zamanına kadar fark edilemedi. Günümüzde bile bunun tam olarak farkına varıldığını söyleyebilmek güç.

Newton'un tüm arzusu felsefeyi matematiksel anlatımıyla sınırlamak olmasına karşın, paradoksal bir biçimde görüşlerinin en doğrudan etkide bulunduğu alanlar ekonomi ve politikaydı. Görüşleri dostu Locke ve ardılı Hume'un felsefesinden süzülerek otoriteye karşı genel bir kuşkuculuğa yol açtı; dinin saygınlığını ve toplumsal düzenin ilahi bir elle kurulduğu inancını zayıflatan *bırakınız yapsınlar (laisser-faire)* anlayışını besledi. Bu görüşler Newton'un eserlerini Fransızcaya ilk çeviren Voltaire aracılığıyla "Aydınlanma"ya, dolayısıyla da Fransız Devrimi'nin fikirlerine katkıda bulunacaktı. Bu görüşler, günümüze kadar burjuva liberalizminin felsefi temeli olageldi.

7.10. GEÇMİŞE BİR BAKIŞ: KAPİTALİZM VE MODERN BİLİMİN DOĞUŞU

Geriye dönüp 15., 16. ve 17. yüzyılların yeni biliminin destansı gelişimine bir göz attığımızda, bilimin doğumunun neden söz konusu yer ve zamanda gerçekleştiğini bugün çok daha iyi anlayabiliyoruz. Burjuvazinin 15. ve 16. yüzyıllardaki yükselişine ve 17. yüzyılda İngiltere ile Hollanda'da elde ettiği siyasal zafere damgasını vuran büyük ticari ve sınai atılımı bilimin nasıl yakından izlemiş olduğunu görebiliyoruz. Bilimin doğuşu, kapitalizmin doğuşunun hemen ardından gelir. Feodalizmin ve Kilise'nin değişmez düzenini yıkan aynı ruh, çok daha eski olan klasik dünyanın köleci, tutucu geleneği

ile tüm bağlarını koparmıştı. Gelenekten kopuş siyasette olduğu gibi bilimde de o güne kadar kapalı tutulmuş olanların insanın yaratıcı gücüne açılması demekti. Artık evrenin hiçbir noktası yeni bilim insanlarının erişemeyeceği kadar uzak, hiçbir iş hor görebilecekleri kadar değersiz değildi.

17. yüzyıl biliminin birliği

Yine de çalışma alanlarının çeşitliliğine karşın 17. yüzyıl bilimi üç önemli unsurun birliğinden oluşan bir temele yaslanır: İnsanların, düşüncelerin ve uygulamaların birliği. Her şeyden önce 17. yüzyılın bilim insanı tek başına bilimin o dönemde bilinen tüm alanlarında özgün eserler verebilecek yetenekteydi. Newton yalnızca bir matematikçi, astronom, optikçi ve mekanikçi değildi; bunların yanı sıra çok az yazı kaleme almış olmasına karşın zamanının tüm diğer bilginlerinden daha derin bir kavrayışa sahip olduğu anlaşılan kimya alanında da yıllarca çalışmalar yürütmüştü. Hooke büyük bir matematikçi değilse de daha önce gördüğümüz gibi tüm bu alanların yanı sıra fizyoloji üzerine de yoğunlaşmıştı; dahası, mikroskobi biliminin de öncülerindendir. Mimar olarak tanıdığımız Wren, aynı zamanda bilimsel hareketin de odağında yer almıştı. Bu evrenselliğin bir sonucu olarak 17. yüzyılın bilim insanları ya da büyük ustalar bilim alanında sonraki yüzyıllarda mümkün olandan daha bütünlüklü bir görüş sahibi olabilmişlerdi.

Matematiksel felsefe

İkinci olarak, özünde matematiksel olan yol gösterici bir çalışma yönteminin doğurduğu temel bir birlik vardı. Bu birlik, doğrudan Yunanlılardan alınmakla birlikte Arapların, Hintlilerin ve büyük ihtimalle Çinlilerin de katkılarını içeren bir matematiğe dayanıyordu. Ne var ki bu durumun sakıncaları da vardı. 17. yüzyıl biliminin alanının sınırlanması, bilinçsizce de olsa tüm dikkatlerin matematik üzerinde yoğunlaştırılmasından ileri geliyordu. Deneyimin matematiğe indirgenemeyen bölümleri dışarda bırakılıyor; hatta uygun olmamasına karşın bu bölümler matematiksel olarak ele alınıyor ve

gülünç sonuçlara varılıyordu. Örneğin, Halley'in takipçilerinden biri, insan vücudundaki farklı bezelerin hareketini, beze parçacıklarının kanallarının boşaltıldıkları açığa bağlı olan göreli momentumu ile açıklamaya kalktı. Bu konudaki en uç örnek 17. yüzyılın en saygın filozofu Spinoza'nın (1632-1677), etiği matematiğe indirgeme girişimiydi. Matematik üzerindeki ısrar nedeniyle 17. yüzyıl bilim insanları yalnızca Yunanlıların kendilerinden önce el attıkları mekanik ve astronomi gibi alanlarda başarılı oldular; kimya ve biyolojide ise çok az ilerleme kaydedebildiler.

Bilim ve teknik sorunlar

Yeni bilimin üçüncü ve en karakteristik birleştirici ilkesi, günün belli başlı teknik sorunlarına yönelik ilgisiydi. Görmüş olduğumuz gibi 14. yüzyılda, belki daha da önce başlamış bulunan hızlı teknik ilerleme, muazzam kaynakların az sayıda insanın elinde toplandığı ve böylece yaratıcılığın ödüllendirilmesinin mümkün olduğu, Avrupa'nın elverişli koşullarında ortaya çıktı. Madencilikte ve metal işçiliğinde, ulaşımda ve tekstilde bulunan çözümler teknik çözümler olmakla birlikte, gelenekle olan bağı koparak yeni problemler ortaya attılar. Bu problemlerin çözülmesi modern bilimin yaratılmasına bağlıydı. Söz konusu problemlerin çoğu, özellikle de denizcilik, silah yapımı ve mekanik alanında karşılaşılan sorunlar, Yunan bilim geleneğinin kapsamı içinde doğrudan pratik çözümlere ulaştırılabildi. Geri kalanları ise 18. yüzyıl bilimine esin kaynağı oldular.

Bilim değerini kanıtlıyor

Başlangıçta bilim insanlarının o dönemde mümkün olandan çok daha ileri sonuçlara ulaşabilecekleri iddiasıyla ortaya çıktıkları doğrudur. 17. yüzyılın sonuna kadar bilimin sanayiye katkısı, sanayinin bilime katkısından çok daha az oldu. Kimya ve biyolojide bilim insanlarının geleneksel yöntemlerin yerini alacak ya da bunları geliştirecek bir öneride bulunabilmeleri için en azından bir yüzyıl daha geçmesi gerekecekti. İyi bilinen fizik bilimleri arasında yer alan mekanik biliminde de silah yapımında da pratik insanlar hâlâ üstünlüğü ellerin-

de tutuyorlardı. Daha uzun bir süre değirmenlerin geliştirilmesi değirmen ustalarının, silahların geliştirilmesi de dökümcülerin ellerine bakacaktı. Ağaç işçiliğinde veya dökme metal işçiliğinde, yeni matematiğin ve dinamiğin ince yöntemlerinden yararlanmak olanaksızdı. Örneğin Newton, hava direncini hesaba katarak eğik atışta yörüngeyi buldu. Bulduğu yöntemler II. Dünya Savaşı sırasında hâlâ kullanılmaktaydı. Ama o dönemde bunları uygulamak mümkün değildi. Silah ve top namluları düzgün değildi; mermi ve gülleler içlerine tam oturmuyordu; kullanılan barutun kalitesi ve miktarı her atımda değişiyordu; topların hedefe doğrultulmaları için de halat ve çubuklarla onları çekmekten başka bir yöntem yoktu. Sanatının sınırlarını bilen pratik topçu balistik olmadan da yapabilirdi. **4.50** Bunun tek istisnası, denizcilikte kullanılan kronometrelerin tasarımında olduğu gibi yüksek vasıflı işlerde belli bir dinamik bilgisinin gerekli olduğu saatçilikti.

Yeni bilimin bir büyük başarısı denizcilik alanında kendini gösterdi. Çünkü o dönemde deniz yollarının denetimi ve yeni dünyaya giden yolun açılması ulusal, ekonomik ve siyasal başarının anahtarıydı. Burada değerini kanıtlayan bilim yeni, egemen kapitalist uygarlığın vazgeçilmez bir parçası haline geldi. Bir daha asla kaybetmeyeceği bir süreklilik ve statü kazandı. Avrupa uygarlığının eski İslam, Hint ve Çin uygarlıklarına olan askeri ve ekonomik üstünlüğünün teknik başarılara bağlı olduğu, tekniğin ilerletilmesinin de bilimin sürekli olarak uygulanmasını ve geliştirilmesini gerektirdiği anlaşılınca, bilimin önemi giderek kesin bir biçimde arttı.

Antikler ve modernler

Bu teknik alanlarda 17. yüzyıl insanı kendisini yalnızca Rönesans'taki ve barbar Ortaçağ'daki atalarından değil, destansı başarılar elde eden antik Yunanlılardan ve Romalılardan da üstün hissetti. Modern çağın insanı daha iyi ve daha bilge değildi belki ama daha becerikli olduğunu hissediyor ve ateşli silah kullanmak veya Amerika'ya yelken açmak gibi antiklerin asla hayal edemeyecekleri işleri başardığını düşünüyordu. Elde edilen başarılardan daha da önemlisi, bunların henüz bir başlangıç olduğunun ve ilerlemenin bir sı-

nırı olmadığının bilincine varılmasıydı. 1619 gibi oldukça erken bir tarihte, Comenius'un öğretmeni Johan Valentin Andrea, "ilerleme umudunu yitirmek utanç vericidir" diyordu. Böylece, klasik çağlara değilse de Ortaçağ'a tamamen yabancı olan bu görüş, zaferlerle dolu yolculuğuna başlamış oldu. *4.46*

Bu dönemin sonlarına doğru antik ve modern çağlar arasındaki savaşım tamamen bilinçli bir biçimde yürütülmeye başladı. Savaşın bilim dünyasındaki cephesinde şans kâh o tarafa kâh bu tarafa güldü. Bu mücadele en belirgin ifadesini Swift'in *Kitapların Savaşı* adlı yapıtında buldu ve modern insanın yenilgisiyle sonuçlandı; ama Swift *Güliver'in Seyahatleri*'nde olduğu gibi burada da akıntıya karşı kürek çekmekteydi. Bu eserler hâlâ kütüphanelerimizi süsleseler de artık klasiklerin işi bitmişti. Hâlâ ağdalı nesirlerin ustası sayılabilirlerdi ama 18. yüzyılın anladığı anlamda felsefeye artık bir katkıları olamazdı.

İlerleme henüz elde edilmiş bir başarıdan çok bir idealdi. 15., 16. ve 17. yüzyılları kapsayan büyük geçiş dönemi maddi yaşam tarzında köklü bir değişiklik meydana getirmemişti. Bunun zamanı gelmemişti daha. Zenginlik ve yoksulluk yeniden bölüşüldü. Bu dönemin sonunda İngiltere'de ve Aşağı Ülkeler'de hali vakti yerinde insanların sayısı başlangıcına oranla artmışken, İtalya'da durum tam tersiydi. Önemli olan, zenginliği sermayeye dönüştürerek çoğaltma yönteminin feodal sınırları aşmış ve sonsuz gelişme yolunun açılmış olmasıydı. Kapitalizmin bu ilk evresinde yeni kâr güdüsü teknik ilerlemeyi teşvik ediyordu. Ne var ki bu mali yapı başlangıçtan itibaren dengesiz ve istikrarsızdı. 17. yüzyılın tüccarları ve beyzadeleri bütün servetlerine ve bilime olan özel ilgilerine rağmen yeni olanaklardan yararlanabilecek insanlar değillerdi. Bununla birlikte bir dizi küçük imalatçının serpilip gelişmelerine zemin hazırladılar. Söz konusu imalatçılar bilim sayesinde uygarlığın geleneksel tekniklerini akıl almaz ölçüde geliştirdiler.

Entelektüel devrim

Bilimin itici gücünün bütünüyle faydacı olduğunu ileri sürmek yanlış olur. Bilim hâlâ Rönesans'ın büyük katkılarda bulunduğu antik dünyanın felsefesinin siyasal ve etik saygınlığına fazlasıyla sahipti.

Doğa felsefesi değerli hatta soylu bir meslek olarak görülmeye devam ediliyor; koruyucuları onu destekleyecek devlete şan ve şeref kazandırıyorlardı. Yeni deneysel bilimin insanları, antiklerin gerçek mirasçılarının Ortaçağ skolastiklerinden çok kendileri olduğunu düşünüyorlardı. Oysa gerçekte dış dünyada başarılı oldukları yerler yalnızca Yunanlılarca daha önce işlenmiş olan alanlardı. Yunan matematiği her ne kadar modern bilimsel yöntemin karakteristik bir aracı idiyse de entelektüel bilim hareketi bir bütün olarak Ortaçağ'ın köhnemiş feodal sistemine hizmet etmek üzere uyarlanmış olan Yunan felsefesine karşı verilen mücadeleden doğdu. Yeni deneysel bilim ilk evrelerinde kaçınılmaz olarak eleştirici ve yıkıcıydı; sonraki evrelerinde, günün ihtiyaçlarını karşılayacak bir felsefenin temellerini oluşturmaya yöneldi.

Bilim kendini kabul ettiriyor

1690'a gelindiğinde bilim artık yüksek bir konuma ulaşmış, özellikle toplumun üst tabakaları arasında çok büyük saygınlık kazanmıştı. Egemen sınıflara –İngiltere'de Parlamento'ya ve Whig'lere [Liberal Parti'ye], Fransa'da Kraliyet Sarayı'na– kişisel bağlarla sıkıca bağlı bulunan Royal Society [İngiliz Kraliyet Akademisi – İngiltere Bilimler Akademisi] ve Académie Royale des Sciences [Fransız Kraliyet Akademisi] aracılığıyla kurumsallaşmıştı. Giderek diğer ülkelere de yayılıyordu. Deneye ve hesaplamaya dayalı, her türlü soruna er geç çözüm bulabilecek tutarlı bir yöntem geliştirdi. Bilimin temelleri sonradan desteklenebilir ya da değiştirilebilirdi; fakat bu temel üzerinde yükselen görkemli yapı kalıcıydı ve daha da önemlisi bu yapının yükseltilmesini sağlayan genel yöntem artık yerleşmişti ve bir daha asla unutulmayacaktı.

Ne var ki, ilk yöntemin başarısı tehlikeli unsurlar da içermekteydi. Yöntem, yeni bilim felsefesi içinde deneylerden çıkarsanan yeni anlayışların yanı sıra kaçınılmaz olarak ilk bilim insanlarının düşüncelerine rengini veren, onları kutsallaştıran eski düşünceleri de içinde barındırıyordu. Geçmişin bu bilinçsiz kalıntısı, günümüzün pek çok idealist bilim teorisinde kendisini göstermektedir. 17. yüzyıl bilimi nasıl Aristo'nun sistemini parçaladıysa, 20. yüzyıl biliminin görevinin de Newton'un sistemini parçalamak olduğunu söyleyebiliriz pekâlâ.

Tablo 4 Bilimsel Devrim

		TARİHSEL OLAYLAR	FELSEFE	DENİZCİLİK	MATEMATİK VE ASTRONOMİ
		Alanda yeniden öne çıkarılan kişiler	PLATON	GERSON	ARŞİMED, ARİSTARKUS
		Alanda yerinden edilen kişiler	ARİSTO		BATLAMYUS
(Bölüm 7.1 - 7.3)	1440				
		İtalyan Rönesans'ı Floransa'da Platonik akademiler Ticaret ve sanatın büyük gelişimi	Hümanizmin Klasiklere dönüşü	Portolan haritaları Sagres Okulu Portekizler Afrika kıyılarında Kolomb'un Amerikayı keşfetmesi	Yunan matematiğinin keşfi Peurbach ve Astronominin yeniden canlanışı Müller'in Gemici Almanak'ı
		İtalyan savaşları		Vasko De Gama'nın Hindistan'a varması	
	1500				
		Fransa'da I. Francis koleji Reform hareketleri Luther Calvin	Vives, Erasmus, Rabelais, Ortaçağ eleştirisi	Magellan'ın dünyayı dolaşması	
	1540				
	1550	Büyük enflasyon Karşı reformasyon Fransa'da dini savaşlar		Nunez haritaları ve denizcilik Boylam sorunu Mercator'un haritaları	Kopernik GÜNEŞ SİSTEMİ Tartaglia, Cardan, cebirin yeniden canlanışı
		Hollanda isyanı	Montaigne, skeptisizm	Normanlar, manyetik kıç	Vieta, sembolik cebir
		Elizabeth dönemi Gresham Koleji	Bruno, dünyaların çokluğu		Tycho, hassa gözlem
(Bölüm 7.4 - 7.6)	1600				
		Kapitalizm'in iktidara gelişi Lincei Akademisi Otuz Yıl Savaşları	Bacon, Deneysel Felsefe Gassendi Atomizm	Gilbert mıknatıs	Kepler, gezegenler sistemi Napier, logaritma
		İngiltere'de iç savaş Bilim insanlarının enformal toplantıları	Descartes, mekanik felsefe Hobbes, materyalizm		Descartes, Analitik geometri Fermat, numara teorisi
(Bölüm 7.7 - 7.9)	1650				
		Kraliyet Topluluğu Fransa'da 14. Louis	Spinoza, akılcı ahlak	Guericke, sürtünme elektriği	Newton, hesap, YERÇEKİMİ TEORİSİ
		Bilimler Akademisi			Leibniz, diferansiyel hesap
		Fransız Protestanlarının kovuluşu			
	1690		Leibniz, armoni		
				↓ Elektrik	↓ Matematiksel fizik

OPTİK	MEKANİK VE HİDROLİK	KİMYA	TIP, FİZYOLOJİ VE DOĞA TARİHİ
ALHAZEN	FİLİPONOS ARISTO	LULL	ARİSTO GALEN
Yağlıboya resim ve perspektif'te gelişmeler	Metalürji, madencilik ve tulumba sisteminde gelişmeler	Kimyasal üretim, alkol, barut ve şap'ın başlangıcı	
		Simyanın kimyaya dönüşü	
Leonardo Bilimsel resim	Da Vinci Mühendislik, su şebekesi	Leonardo	Da Vinci Anatomi ve doğa tarihi çizimleri
Dürer perspektifi			
		Paracelsus ve	
	Topçuluğun gelişmesi	kimyanın yeniden canlanışı Agricola, "De Ra Metallica"	
			Paré ve muayenehane Vesalius, De Fabrica
			Servetus, Solunum dolaşımı Nadir bulunanların toplanması Bahçecilik ve tarımın gelişimi
Gözlük yapımcılarının teleskopu icadı	Tartaglia, balistik Hollandaıda su bendleri, kanalları ve havuzlarının gelişimi Stevin, statik ve hidrolik		
Galileo teleskopik gözlem "İki Başlı Sistem" davası	Pendulum, "İki Yeni Bilim", Dinamik		
		Van Helmont, Gaz	
	Pompa sisteminin bilimsel incelenmesi		
			Harvey, kan dolaşımı
			Hayvan nesilleri Leeuwenhoek, mikrobiyoloji
	Torricelli, barometre Guericke, vakum Boyle, gaz yasası		Maplpighi, mikroskobik anatomi Mayow, solunum teorisi
Newton, renk teorisi Rimer, ışık hızı Huygens, ışığın dalga teorisi	Hooke, deneysel fizik	Boyle, "kuşkucu kimyacı" Yanma	John Rey Nehemiah Grew Hayvan ve bitki sınıflandırması
↓	↓	↓	↓
Optik aygıtlar" — — —	Buharlı makine	Akılcı kimya	Bilimsel Biyoloji

Tablo 4: Bilimsel Devrim (Bölüm 7)

Tablo, politik, ekonomik ve teknik gelişmelerle ilişkileri içinde modern bilimin doğuşunun bazı ana özelliklerini göstermeye çalışmaktadır. Dönemin zaman çizelgesi, -1400 - 1700- tek biçimlidir, ancak 7. bölümde belirtilen kısımlarla ilintilidir. Bu çizelge, bu aşamaların sonlarındaki büyük yoğunlaşma çabasını ortaya koymaktadır. Kopernik'in güneş sisteminin kanıtlanması, Harvey'in kan dolaşımı ve Newton'un yer çekimi teorisi gibi ana kritik buluş ve teoriler özellikle belirtilmiştir. Tablo, en önemli ilişkileri ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Bununla birlikte, Harvey'in buluşu ile tulumba / pompa sistemi çalışması arasında olan gibi öteki ilişkiler karmaşıklıkları nedeniyle burada gösterilmemiştir. Bunların bazıları Tablo 8'de verilmiştir.

V. KISIM

BİLİM VE SANAYİ

Giriş

Kapitalizm ve bilim

18. ve 19. yüzyıl modern dünyanın temellerinin atıldığı önemli yüzyıllardı. Bu dönemde yaşayanlar, içinde bulundukları çağın insanlığı refaha ve sınırsız ilerlemeye götüren doğru yolun nihayet bulunduğu bir kuruluş evresini temsil ettiğini düşünüyorlardı. 20. yüzyılın büyük kargaşalar ve değişimlerle dolu deneyimleriyle birlikte bugünden geriye bakıldığında, o dönemin, insanlığın büyük acılar çekmesi pahasına görkemli fakat sağlam temellerden yoksun bir kültürün yaratılması sürecinin hazırlık evresi olduğunu görüyoruz. Bu yüzyıllar yeni bir endüstriyel uygarlığın vazgeçilmez unsurlarından olan bilimin kurumsallaşma dönemini oluşturur. Deneysel bilimin 17. yüzyıl devrimi sırasında geliştirilen yeni yöntemleri yayılarak insan deneyiminin tüm alanlarını kapsayacak; bu yöntemlerin uygulanması *Sanayi Devrimi* adını verdiğimiz üretim araçlarının muazzam dönüşümünü aşılayacaktı.

Başarısında bilimin birtakım katkıları, özellikle de buharlı makine önemli bileşenler olarak yer etmesine karşın, Sanayi Devrimi esas olarak, hele ki ilk evrelerinde bilimsel ilerlemenin bir ürünü değildi. Bununla birlikte, tüccarlarla imalatçıların egemen olduğu evreden büyük sermayedarların ve ağır sanayinin egemen olduğu evreye kadar tüm bir hareket, *kapitalist* ekonomi sisteminin gelişmesi ve içsel dönüşümü ile çok daha fazla özdeşleşmişti.

Bilimin entelektüel formülasyonlarının, sanayideki teknik değişikliklerin ve kapitalizmin ekonomik ve siyasal egemenliğinin aynı

zamanda ve aynı yerlerde birlikte serpilip gelişmiş olması tesadüf olamaz. Ne var ki aralarındaki ilişkilerin düğümünü çözüp gözler önüne sermek hiç de kolay değildir. Teknikler, ekonomik biçimler ve bilimsel bilgi; hepsi de bu dönemde gelişip değişmekte, bazen birinin bazen de diğerinin başı çektiği görülmektedir. Bu bölümde, bu düğümü çözerek özellikle teknik ve ekonomik dönüşümlerde bilimin yaptığı katkıları ortaya koymaya, aynı zamanda bu dönüşümlerin bilim üzerindeki etkilerini izlemeye çalışacağız. Ne var ki bu, ancak özel yönlerin karşılıklı ilişkileri ayrıntılı olarak incelendikten sonra anlaşılabilir. Dolayısıyla varılan sonuçları ancak bölümün sonunda ortaya koyabiliriz.

Bununla birlikte, öncelikle o dönemde görülen ekonomik ve toplumsal değişimler hakkında geniş bir açıklama yapmak gerekir ki böylece bilimdeki değişimler de doğru bir bakış açısıyla ele alınabilsin. Henüz 17. yüzyılın sonlarında, yeni -kapitalist- üretim tarzının daha da ilerlemesinin zemini oluşmuş durumdaydı. Avrupa'nın İngiltere, Aşağı Ülkeler ve Fransa'yla sınırlı küçük bir köşesinde, kentli orta sınıflar feodal kısıtlamalardan şu ya da bu ölçüde kurtulmuşlardı; denizcilik alanındaki ilerlemelerin kendilerine sunduğu dünya çapında giderek genişleyen pazarlarla birlikte kâr için üretime kaynak sağlayabiliyorlardı. Üretim hâlâ el sanatlarına dayanıyordu ve yerliydi; fakat tüccarlar ve kapitalist *imalatçılar* üretimi giderek daha fazla denetimleri altına alıyor; hem zanaatkârlar hem de köylüler ücretli işçi konumuna düşüyorlardı.

Pazarın genişlemesi, kent loncalarının dağıtılması sayesinde imalat alanındaki kısıtlamaların giderek ortadan kalkmasıyla ve kârlı yatırım alanlarıyla birleşince, tekstil makinesi gibi teknik yenilikler ve buharlı makine gibi maliyeti düşürüp üretimi ve kârı arttıran devrimci bilimsel buluşlar büyük rağbet görmeye başladı. İşin daha iyi örgütlenmesi, görev bölüşümü ve uzmanlaşma, fabrika sistemi ve son olarak da güçle çalışan makineler; tüm bunlar üretimin ve kârın artmasına hizmet ediyordu. Eski yerleşik üretim sistemlerinden kopmak için gerekli toplumsal güdü buradan geliyordu. Bu süreç bir kez başladıktan sonra 18. yüzyılın ikinci yarısında kendi ürettiği yeni sermayeye dayanan başarısı ile giderek gelişti ve diğer alanlara

yayıldı. 19. yüzyılın ortasına gelindiğinde kapitalizm dünya çapında tartışma götürmez bir egemenlik kurmuştu. Ne var ki sonunda bu olgu onun genişlemesini sınırlamaktan fazlasını yaptı; kapitalizmin kaçınamayacağı temel bir istikrarsızlığı açığa çıkardı. Kâr için üretim, doğası gereği sürekli bir zenginlik sağlamak için var ettiği ücretli işçilerden oluşan geniş nüfusun üretimden ve yeni olanaklardan yeterli pay almasına asla izin veremezdi. Hızlı ekonomik gelişmeleri giderek daha da şiddetlenen krizler izledi. Sınırlı pazarlar üzerinde yürütülen rekabet uluslararası çekişmeleri doğurdu. Bununla birlikte, sistemin açık çöküşü 20. yüzyıla kadar başlamayacaktı. Burada ele aldığımız dönemin büyük bölümünde bilimin ilerlemesi, arka planda kendisine giderek daha fazla ihtiyaç duyan, genişleyen bir sanayi kapitalizmine karşı gerçekleşti.

Teknik ve bilim

Teknik değişiklikler ilk evrelerinde her ne kadar bilimin bir müdahalesi olmadan gerçekleşebilmişse de var olan eğilimlerin taraftarları ancak bilimin yardımıyla üstesinden gelinebilecek öngörülemeyen güçlüklerle yüz yüze kaldılar. Örneğin, kök boyası gibi doğal bir kaynak, kumaş üretimindeki artışa bağlı olarak tükenmeye yüz tutabilir ve böylece ancak bilimin yardımıyla bulunabilecek yapay bir rezerve gerek duyulabilir. Ya da bir başka örneği ele alacak olursak, evde yapılan bira üretiminin yerini büyük ölçekli üretimin alması, ancak bilime başvurularak önlenebilecek felaketlere yol açabilir.

Bilimin sanayideki bu yardımcı -neredeyse tıbbi- rolü, 19. yüzyılın sonlarına doğru yerini daha yapıcı bir role bıraktı. Bilimin kendi bünyesi içinde ortaya çıkan görüşler geliştirilerek yeni sanayi kollarının oluşturulmasında bunlardan yararlanıldı. Bunların ilki ve en önemlisi buharlı makineydi, 18. yüzyılın *felsefi makinesi.* Fakat genel ilkeleri bir kez öğrenildikten sonra, buharlı makinenin üretimi ve kullanımı pratik mühendisliğin konusu haline geldi. Kimya ve elektrik sanayisi gibi bilimsel olarak başlayıp öyle de kalan sanayiler ancak 19. yüzyılın sonlarında şekillenmeye başladı; tam olarak gelişmeleri ise 20. yüzyılı buldu.

Buharlı makinenin yaptığı katkıya rağmen, 18. yüzyılın son çeyreğinde gerçekleşen, el üretiminden makineli üretime geçişte bilimin belirleyici bir etken olduğu söylenemez. Öte yandan, bu yeni üretim yöntemi bilimsel bilgi için sera işlevi gördü. 19. yüzyılda durum değişmeye başladı. Bilim, teknik gelişmelerin sağlanmasında önemli bir etken haline geldi. Üretim mekanizması ile tam olarak bütünleşmesi içinse 20. yüzyıla kadar beklemesi gerekecekti.

Bununla birlikte, bilimin söz konusu dönemin tarihi ile ilişkisi asla üretim sürecindeki rolüyle sınırlı kalmadı. Ortaçağ'ın değişmez statüsüne ve toplumsal sorumluluğuna karşı özgürlüğe ve bireysel teşebbüse vurgu yapan para alışverişinedayalı yeni bir toplum biçimlenmekteydi. Sınıf ve ülke ile sınırlı bu toplum, çıkarları doğrultusunda kendisini ifade edecek ve haklı gösterecek bir dizi yeni düşünceye ihtiyaç duymaktaydı. Bunları, büyük ölçüde yeni bilimin yöntem ve sonuçlarında buldu. Bu görüşler ise daha sonra bilinçsizce de olsa teorilerini formüle ederken yaygın toplumsal inançlardan derinden etkilendiler.

Bu etkileşimleri, tarihsel sürecin birliğini ve sürekliliğini gözden kaçırmadan, böylesine zengin ve karmaşık bir dönem boyunca somut olarak izleyebilmek için benim bulabildiğim en iyi yöntem, burada gerek dönem gerek konu bakımından iki yönlü bir ayrım gözeterek bir tür çapraz sınıflandırma yapmak oldu. Bu iki ayrımı sırasıyla 7. ve 8. bölümlerde bulacaksınız; ardından genel bir değerlendirme yapmaya çalışacağız.

Alt dönemler bakımından, özellikle burada bir ayrım yapabilmek son derece güçtür. Bunun nedeni kısmen erişilebilir bilgi hazinesinın çok daha küçük ayrımlara gitmeyi zorlaması ama daha da önemlisi, aynı anda hem siyasal hem ekonomik hem de teknik ve bilimsel tarih bakımından geçerli olabilecek ayrımlar bulmanın imkânsız olmasıdır. Örneğin siyasal yönden en belirgin fark Fransız Devrimi ile Napolyon savaşları arasında gözlenmekteydi; oysa her ikisi de bilimsel etkinliğin sürekliliğinde bir kesintiye yol açmaktan çok genel bir canlanma sağladılar. Öte yandan, 1760 yılı bilim ve tekniğin tarihinde bir dönüm noktası olmasına karşın, siyasal bakımdan pek dikkate değer bir tarih değildi. Siyasette ve bilimde aynı reformların yapıldığı

1831'de olduğu gibi, ayrımların hemen hemen çakıştığı dönemler de oldu. Söz konusu reformların aynı kimseler ve aynı halk hareketleri tarafından desteklenmiş olması kesinlikle rastlantı değildi .

Son tercihim tüm bir dönemi dört ana evreye ayırmak oldu. İlkin, 1690'dan 1760'a kadar süren ve Sanayi Devrimi'ne zemin hazırlayan geçiş -ya da daha doğru bir deyişle kuluçka- evresi (8.1) geliyor. İkinci evre (8.2-8.4) 1760-1830 yılları arasında kalan Fransız Devrimi dönemini kapsıyor. Siyasette olduğu kadar bilim ve teknikte de devrimci olan bu evre, Sanayi Devrimi'nin belli başlı ilerlemeleri ile önem bakımından 17. yüzyılın matematik-mekanik devriminin hemen ardından gelen Pnömatik ya da Kimyasal Devrim'i içermektedir.

19. yüzyılın ortasında yer alan -1830'dan 1870'e kadar süren- üçüncü evre (8.5-8.6), kapitalizmin altın çağı olarak anılır. Dördüncü ve son evre (8.7-8.8) 1870-1895 yılları arasındaki kısa dönemi kapsar. Dış dünyada modern emperyalizmin doğuşu, bilim alanında ise büyük 20. yüzyıl devriminden önceki geçiş dönemi bu evreye damgasını vurur.

İkinci ve üçüncü evreler iki önemli dönemi, bilimin ilerleme ve zafer dönemlerini kapsar. İlki, 17. yüzyılın görkemli çağının ardından gelen, bilim açısından suların durulduğu bir soluklanma ve ileride gerçekleştirilecek olan ilerlemelere hazırlık dönemiydi. Farklı bir biçimde olmakla birlikte dördüncü evre de öyleydi. Ancak her iki durumda da o dönemde uğraş verenler büyük bir binayı tamamlamak üzere olduklarını düşünüyorlardı: İlkinde Newtoncu fiziği, diğerinde ise Faraday ve Maxwell'in büyük fiziksel sentezi ile Darwin ve Pasteur'ün büyük biyolojik sentezini.

Dönem böylesi bir ayrıma tabi tutulduğunda bile, daha önceki bölümlerde de ortaya konduğu gibi, tarihsel çerçevesi içinde bilimin genel araştırmaları onun bugün birbirinden giderek daha da ayrılan disiplinlerinin uygun bir resmini vermeye artık yetmeyecektir. Hemen ardından gelen 9. bölümde bu amaçla, 18. ve 19. yüzyılları kapsayan tüm bir dönem boyunca teknik ve bilimsel ilerlemenin belli başlı alanlarından beşini izlemeye çalışacağız. Seçtiğimiz bu alanlar sırasıyla: (9.1) Buharlı makinenin tarihini de içeren Isı ve Ener-

ji; (9.2) demire ve çeliğe özel bir vurgu ile birlikte Mühendislik ve Metalurji; (9.3) Elektrik; (9.4) Kimya ve (9.5) Biyoloji.

Her bir bölümde amacımız çalışma alanının iç tutarlığı ile gelecekteki sürekliliğini ortaya koymak; ekonomik, teknik ve bilimsel etkenlerin etkileşimini örneklerle açıklamak; farklı bilimlerin ve tekniklerin karşılıklı ilişkilerini göstermektir. Ancak zaman ve konu ayrımları tamamlandıktan sonra iki yaklaşımı birleştirme yönünde bir girişimde bulunulacak ve bu canalıcı toplumsal ve bilimsel dönüşüm döneminde bilimin konumu ve etkisi üzerine bunlardan genel sonuçlara varılmaya çalışılacaktır.

8. Bölüm

SANAYİ DEVRİMİNİN ÖNCELLERİ VE SONUÇLARI

8.1. 18. YÜZYIL BAŞLARINDAKİ DURAKLAMA (1690-1760)

Rönesans döneminde bilimi yaratmış olan ve 17. yüzyılın ortasındaki büyük çalkantılar sırasında onu ayakta tutan esas itki, bu yüzyılın sonlarına doğru yalpalamaya başladı ve giderek sönüp kayboldu. Newton'un *Principia*'sının yayınlanmasından birkaç yıl sonra, hatta doğrusu söz konusu kitap daha yazılmadan önce bilimsel çalışmalarda gözle görülür bir durgunluk başgösterdi. Merak yitip gitmekteydi. Bilimsel ilerleme ivmesindeki bu düşüş genel bir olguydu; üstelik İngiltere'yle de sınırlı kalmadı. Ancak Kraliyet Akademisi'nin ilk günlerinde bilim alabildiğine gelişmiş olduğundan doğal olarak bu gerileme en açık bir biçimde İngiltere'de gözlemlendi.

Bu duraklama, bir yere kadar bilim dünyasına özgü içsel nedenlere bağlanabilir. Newton'un otoritesi; Newton'un kendi çalışmasının bitmiş, tamamlanmış niteliği ve onun çağdaşlarının çok ilerisinde olması nedeniyle bilimi yıllarca kısır kalacağı bir yola soktu. Ancak, İngiltere başta olmak üzere tüm bir bilim dünyasında görülen gerileme, esas olarak toplumsal ve ekonomik etkenlere bağlıydı. 17. yüzyılın bilimsel atılımını başlatmış olan sınıfın -bilime dayalı yeni yöntemleri denizcilik, ticaret ve imalat alanlarında kullanmaya can atan cesur tüccarların- yerini zengin, girişimcilikten daha uzak, daha az meraklı ve halinden çok daha memnun olan yeni bir kuşak almıştı. Bu yeni kuşak -ilk Whig aristokrasisi- toprağa yatırım yapmayı çok daha güvenli buldu ve spekülatif kazançları için Güney Denizi Krizi (1720 yılında yaşanan ekonomik kriz) gibi şanlı kumarları bir çıkış yolu olarak gördü. İktidarı bunların elinden alacak ve ileride Sanayi Devrimi'ni

yaratacak olan küçük imalatçılar sınıfı giderek yükselmekle birlikte, bilimin sunduğu olanakların, hatta bilimin varlığının henüz farkına varmış değildi. Onlar, 18. yüzyılın birinci yarısı boyunca tekniklerin geliştirilmesine kafa yormuş ve ileri teknikleri kullanmışlardı. Hâlâ büyük ölçüde el ile işletilen bu teknikler bir süre için de olsa giderek artan kumaş ve mamul madde talebini karşılamaya hizmet etti.

Bu değişiklikler bilimin Olimpos'u olan Kraliyet Akademisi'nde de yansımasını buldu. Ticarete hizmet eden itki yok olmaya yüz tutmuştu. Akademi en zayıf günlerini yaşamaktaydı. 1710 yılında Gresham Kolej'deki Kraliyet Akademisi'ni ziyaret eden Conrad von Uffenbach, Akademi'nin araç-gereçleri üzerine gözlemlerini şu sözlerle dile getiriyordu:

> Araç-gereçler belli bir düzenden yoksun olmanın yanı sıra üzerleri toz, pislik ve kurumla kaplanmıştı. Pek çoğu kırık, hatta düpedüz darmadağınıktı.

Sözlerini şöyle sürdürdü:

> Ziyaretçilere etrafı gezdiren görevliye herhangi bir aleti soracak olsak, genellikle "serserinin biri onu çaldı" diye yanıt verecek ya da kırık parçaları göstererek "bozuldu, kırıldı" vs. diyecektir. Araç-gereçlere gösterdikleri özen işte böyleydi. ***5.12***

Akademi ciddi bir mali sıkıntı içindeydi. 1740'ta yapılan bir araştırma, üyelerin büyük bölümünün uzun süredir aidatlarını ödemediğini gösteriyordu.

Ancak, bu dönemde bilim bir ölçüde durgunlaştıysa da teknik gelişme son bulmadı. İlerleme yavaş gibi görünüyorsa bu yalnızca Sanayi Devrimi ile birkaç on yılda gerçekleştirilen muazzam değişimlerle karşılaştırıldığı içindir. İngiltere'de yüzyılın başlarında etkisini göstermeye başlayan bu değişimlerin bazıları hem bilim hem de sanayi açısından gelecekte çok büyük önem kazanacaktı.

Bunlardan biri, tarımsal uygulamalarda görülen hızlı ilerlemeydi. 17. yüzyılda Hollanda'dan alınarak benimsenen bu yenilikler, İngiltere'de hızla yayıldı ve ticari çiftliği kârlı bir iş haline getirdi. Bu gelişmeyi olanaklı kılan, bir yandan aslen ticari kaynaklardan elde edilen

ve toprağa yatırılabilecek sermayenin varlığı; diğer yandan da başta Londra olmak üzere hızla büyüyen kentlerin tahıl, et ve sebze için güvenilir bir pazar sağlamış olmasıydı. Bu durum teknik bakımdan bir ilerleme olmasına karşın, toprak üzerinde geleneksel fakat cılız bir mülkiyet hakkı bulunan, toprağı işlemek için gerekli araçlardan ise büyük ölçüde yoksun olan köylülerin topraklarından atılmasını içeren Toprakların Çitlerle Çevrilmesi Yasası [Enclosure Acts] toplumsal bakımdan haksız ve zalimceydi. *5.31*

Yaşamsal önem taşıyan bir diğer değişiklik ise madencilik ve taşımacılık yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte kömüre dayalı yeni bir ağır sanayinin ve demir-çelik üretiminde bütünüyle yeni yöntemlerin hızla yayılmasıydı. Bu bakımdan, başlangıçta maden ocaklarında biriken suyun çekilmesinde kullanılan bir bilimsel buluş olan buharlı makinenin yanı sıra 1709'da Quaker Abraham Darby tarafından sessiz sedasız başlatılan demir üretiminde odun kömürü yerine maden kömürü kullanılması da kilit önem taşımaktadır. Ne var ki bu gelişmeler önemsiz sanayi alanlarıyla sınırlı kalmadılar. Bunlar Sanayi Devrimi'nin müjdecisi olmalarına karşın, tek başlarına ele alındıklarında bir sanayi devrimine karşılık gelmezler.

Bu evre, asırlık kıra dayalı ekonomiden kömür havzalarına dayalı bir ekonomiye, yiyecek ekonomisinden güç ekonomisine geçişte dönüşü olmayan bir noktayı işaret ediyordu. Patrick Geddes'in deyişiyle, *eoteknik* çağdan *paleoteknik* çağa geçilmekteydi. 5.34 Ne var ki bu saptama yalnızca kömür havzalarında ve havzaların yakınlarında yeni tekniğin gelişmekte olan yanları açısından doğrudur. Demir üreten ülkelerde, İsveç'te Polhammer'in (1661-1751) 5.64; 5.10.635 dönerli yarma makineleri ile Urallar'da Polzunov'un buharlı makinesinin kullanılmasında olduğu gibi makineleşmede bağımsız gelişmeler kaydedilmişse de köklü değişiklikler büyük ölçüde İngiltere'yle sınırlı kaldı. *5.19*

Kömüre dayalı bir ekonomiye geçiş İngiltere'nin kuzeyi ve güneyi arasındaki dengeyi bozmakla kalmadı, yıldızı birdenbire parlayan İskoçya'nın birinci sınıf sınai ve entelektüel bir güç olarak ortaya çıkmasında da önemli bir etken oldu. *5.4* İskoçya, köklü geleneklerine ve 16. yüzyılın Kalvinci hareketine rağmen İngiltere'nin 17. yüzyılda

gerçekleştirdiği hızlı gelişmeye ayak uyduramamıştı. Sanayi Devrimi için gerekli kaynaklardan yoksundu. Kömürün sağladığı avantajlar anlaşılınca durum değişti. Ülkenin yoksulluğunun, aydın oranının yüksekliği ve püriten geleneklerle bir arada bulunması, ilerleme düşüncesi bir kez benimsendikten sonra İngiltere'de olduğu gibi artık halinden memnunluk ya da cehalet gibi nedenlerle ilerlemenin önüne geçilemeyeceği anlamına geliyordu.

Üstelik, yine Kalvinciliğe bağlı olarak İskoçya'nın Hollanda ile, özellikle de Leyden Üniversitesi ile kurduğu entelektüel ilişkiler kimya da içinde olmak üzere tıp alanında iyi eğitimli pek çok kimsenin iki ülke arasında sürekli gidip gelmesini sağlıyordu. Van Helmot'un öğrencisi ve Avrupa'daki kimyagerlerin yarısının öğretmeni olan büyük Boerhaave'in (1668-1738) İskoçya üzerinde özel bir etkisi vardı; öğrencileri bu ülkede bilimin üniversitelere girmesinde öncü bir rol oynadılar. 18. yüzyılda, İngiltere'deki kardeşlerine hiç benzemeyen İskoçya üniversiteleri, pratik ile teoriyi birleştirmek için her yolu deneyen aktif bilim merkezleri haline geldiler. ***5.44***

İskoçya ve İngiltere hızla Sanayi Devrimi'ne yaklaşırlarken, Fransa gibi ileri bir ülke bile hâlâ eski çizgiyi izlemekteydi. Burada, son derece nitelikli, geniş bir iş bölümüne dayalı ve İngiltere'ye oranla daha verimli bir el sanatları sanayisi sürekli bir gelişim içindeydi. Fakat, Kraliyet'in su şebekesi gibi işler dışında büyük makinelerin kullanılması doğrultusunda bir girişimde bulunulmuş değildi.

Fransa'da moda olan bilim: Filozoflar

Bununla birlikte, aynı dönemde Fransa'da bilim alanındaki çalışmalarda birdenbire büyük bir canlanma oldu; ancak bu canlanma İngiltere'de görülenden çok farklıydı. Bir taraftan İngiltere'dekinin tersine yurtluklarıyla meşgul olmak yerine saraya tıkılıp kalan aristokrasinin, diğer taraftan da Fransa'da başını hukukçu ve idarecilerin çektiği yükselen orta sınıfın gidişattan duyduğu hoşnutsuzluğun ifadesiydi. Bilim aynı anda hem moda idi hem de devrimciydi. Fransa'yı Newtoncu felsefeyle tanıştıran kişinin Voltaire (1694-1778) olması anlamlıdır. ***5.54***

Amatör bilginler olarak adlandırabileceğimiz filozoflar (doğa felsefecileri) en çok ülkenin ekonomik ve siyasal gelişimini engellediğini düşündükleri mevcut kurumları eleştirmeye çaba harcadılar. Sanayiye yönelik ilgi giderek artmakla birlikte, İngiltere'nin tersine bu ilgi 17. yüzyıl tarzına uygun olarak yukarıdan gelmekteydi. Örneğin, son derece yetenekli ve çok yönlü bir aydın olan Réaumur (1683-1757) 1710-1720 yılları arasında çelik üretimi üzerine uzun bir sınai araştırma yürüttü. Ne var ki Fransa gibi sanayinin geleneklere fazlasıyla bağlı olduğu bir ülkede bu araştırmalar bir karşılık bulamadığından Réaumur'un keşifleri bir çelik sanayisi yaratamadı. Onun buluşlarının meyveleri tam yüz yıl sonra İngiliz çelik üreticileri tarafından toplanacaktı.

Bilimin Avrupa'da yayılması: Prusya, İsveç, Rusya

Bilime yönelik ilginin, 17. yüzyılda onu tekeline almış olan Fransa, İngiltere ve Hollanda gibi bir grup ülkenin çok ötesine yayılması da yine bu dönemde gerçekleşti. Almanya'ya ve Avusturya'ya bağlı çeşitli krallıklarda önce evrensel filozof Leibniz'in çabalarıyla; ardından Prusya'nın sıradışı, bilimci ve şair kralı Büyük Frederick'in himayesi altında, İngiliz ve Fransız modellerini örnek alan akademiler kurulmaya başlandı. Yüzyılın ortalarına gelindiğinde sanat ve bilim akademisi olmayan bir saray artık saraydan sayılmıyordu. Kendilerine genellikle düzenli bir ödeme yapılmayan akademisyenler saray efradına methiyeler düzerek ya da eğlenceli deneyler yaparak hükümdarın desteğini kazanmak için birbirleriyle yarışmak zorundaydılar.

İki kuzey ülkesi, İsveç ve Rusya, akademiler kurarak birer askeri ve ekonomik güç olduklarını ortaya koydular. Ancak bu akademiler daha başlangıçtan itibaren diğer Avrupa ülkelerindeki kibar akademilerden farklı bir işleve sahiptiler. Bu akademilerdeki bilimsel çalışmalar daha çok söz konusu ülkelerin yeni yeni geliştirmeye başladıkları deniz ticareti için gerekli odun, katran, keten, demir ve diğer madenler gibi hammadde kaynakları üzerine araştırmalara yöneldiler. Büyük Petro bilimi, ekonomik ve askeri bakımdan bağımsız bir Rusya yaratabilmenin ön şartlarından biri olarak görüyordu.

6.65 Başlangıçta, matematiğin prensi İsviçreli Euler'in (1707-1783) de içinde olduğu çoğunluğu Alman ve Fransız pek çok yabancıyı Rus akademilerinin eğitimci kadrosuna aldıysa da aslında amacı tamamen ulusal bir bilim kurumu oluşturmaktı. Ancak bu yolda başarıya Büyük Petro'nun hükümdarlığı sona erdikten sonra, büyük Rus bilimcilerinin ilki olan 18. yüzyılın entelektüel dehası, şair, teknisyen ve fizikçi Micheal Lomonosov'un bir ömür süren çalışmaları sonucunda ulaşıldı. *5.59; 5.70*

Bilimin yerleşmesi: Newton'un etkisi

Bu toplumsal ve ekonomik değişiklikler göz önüne alındığında, 18. yüzyıl biliminde görülen eğilimlerin 17. yüzyılda görülenlerin çoğundan farklı olmasının şaşılacak bir yanı yoktur. Soyluluğun daha geçer akçe olduğu bir çağda bilimin pratik yararına pek fazla vurgu yapılmamışsa da, Réaumur'un ve Hales'in araştırmalarında gördüğümüz gibi hepten bir kenara atılmış da değildi. Yüzyılın sonlarına doğru bu vurgu her zamankinden daha belirgin bir hal alacaktı. Başlangıçta bilimin eğlendirici ve eğitici yanı daha ön plandaydı. Gerek Katolik gerekse Protestan kiliseler artık hoşgörülü bir kayıtsızlık içine girmiştir; böylece kilise ile bilim arasındaki çatışmalar son bulmuştu. Gelinen aşamada bilim artık kurumlaşmış, kendisine özgü bir gelenek edinmişti.

Matematiksel astronomi Newton sayesinde bilimin en kıdemli dalı olarak kendisini kabul ettirdi. Bu alanda, büyük dehanın, anayurdu İngiltere'ye oranla çok daha güçlü ve etkili bir otoriteye sahip olduğu Fransa'da daha başarılı çalışmalar yürütüldü. Aslında Newtoncu teoriye fiziksel bakımdan önem taşıyan yeni bir şey eklenmiş değilse de, onun mekanik ilkeleri genelleştirilerek büyük ölçüde Leibniz'e borçlu olduğumuz yeni bir matematikle birleştirildi. Bu bileşim ileride fiziğin çeşitli dallarında, özellikle de elektrik ve ısı üzerine yapılan incelemeler sırasında ortaya çıkan karmaşık problemlerin çözülmesine yardımcı oldu. Euler, d'Alembert, Maupertius ve Lagrange'ın büyük mekanik genellemeleri 20. yüzyılın matematik-fizik devriminin temelini oluşturdu.

Yeni ilgi alanları: Elektrik ve botanik

Bu çalışmalar bilimin tüm saygınlığını üzerilerinde taşımalarına karşın, doğrudan önem taşıyan ilerlemeler çalışmaların derinleştirilmesine değil, ilgi alanının geliştirilmesine bağlıydı. 18. yüzyılın başında ve ortalarında bilime yapılan en önemli katkılar *elektrik* ve *botanik* dallarında gerçekleşti. Elektrik, bilim açısından tamamen yeni bir konuydu; bilimlerin belki de en eskisi olan botanik ise yeniden canlandırılıp formüle edilmişti. Her iki bilim dalı da ilk evrelerinde 17. yüzyılın mekanik ve matematiksel eğiliminden uzak, çok daha çeşitli ve daha esnek alanlara yöneldiler.

Elektrik üzerine incelemeler daha çok hoşça vakit geçirmek için yapılan uğraşlar biçiminde başladı ve bir dizi yeni, heyecan verici ve olağanüstü deneyin yapılmasını sağladı. Franklin, paratöneri icat ederek sözcüğün gerçek anlamıyla elektriği gökyüzünden yeryüzüne indirdi ve onun gelecekte çok daha büyük önem taşıyacağını öngördü. Botanik 18. yüzyılda, hekimlerin ilaçlarını hazırladıkları şifalı ot bahçelerinin çitlerini aştı ve Linnaeus'tan aldığı ilhamla vahşi alanlara yayılarak can sıkıntısı içinde bunalan aristokrasi ile engellenmiş burjuvazinin doğaya dönme eğilimlerini güçlendirdi.

Botanikle birlikte koleksiyonculuğa dönük yeni bir ilgi uyandı: Soyluların camekânlarını süsleyen madeni paralar, mineraller, fosiller vb. çiçek gibi açan müzeleri doldurdu. Nefis koleksiyonları British Museum'un çekirdeğini oluşturan zengin ve şöhretli soylu Sir Hans Sloane'den (1660-1753) 5.15 tutun, Kraliyet Akademisi'nden kovulması ve Baron Munchauesen'in hikâyelerini yazması 5.17 nedeniye çifte üne kavuşan eli uzun Raspe'ye (1737-1794) varıncaya kadar çok sayıda koleksiyoncudan oluşan yeni bir bilim insanları grubu ortaya çıktı.

Felsefede yeni düzen

18. yüzyılın başları, öncelikle 17. yüzyıldaki olağanüstü bilimsel ilerlemelerin özümsendiği ve bunlar üzerinde kafa yorulduğu bir dönemdir. 17. yüzyıl filozofları, Ortaçağ'ın klasik-dini dünya anlayışının bir alternatifi olduğunu kanıtlamayı görev bilmiş; bu alternatifi

de Bacon'un ve Descartes'in öncü eserlerinde bularak, yeni bilimin zaferini ilan etmişlerdi. Öte yandan 18. yüzyıl filozofları da Newton'un kendilerine sunduğu bilimsel dünya tablosunun öneminin farkındaydılar. Onların görevi bu tabloyu genişletmek, ortaya çıkan bulguları ve daha da önemlisi onun düşünce tarzı ile yaklaşımını, içinde bulundukları dönemde yavaş yavaş, kendisini göstermeye başlayan yeni siyasal ve ekonomik tarzla uzlaştırmaktı.

Önce yeni ve akılcı bir düzenin benimsenmesi gerektiği görüşünü savundular. Kendisi de bir bilim insanı ve hekim olan Locke, doğaüstü yasaları büyük ölçüde bir kenara iterek yasaların -Newton'un bilimsel yasası ile 1688 anayasal devrimi ile kabul edilen medeni hukukun- egemenliğini övdü. Leibniz, tüm matematiksel ve felsefi yetenekleri ile Avrupa barışını savunusuna rağmen, aslında bir Ortaçağ düşünürüydü. Leibniz, Kilise'nin takdir-i ilahi anlayışından pek farkı olmayan bir "önceden var olan düzen" felsefesi ileri sürdü ve "tüm olası dünyaların en iyisinde her şey en iyiler içindedir" anlayışını onaylayıp savundu. ***5.59a***

Ancak bu dünya olduğu yerde kalamazdı. Onların ardından gelen filozoflar, bu halinden memnun anlayışta birtakım yanlışlar olduğunu gördüler. İrlandalı İdealist Berkeley yerleşik dini savunarak Tanrı'nın nazarında bulunanlar dışında dünyanın ve bilimin gerçekliğini yadsıdı. Bu görüş Berkeley'in yaşadığı dönemde pek etkili olamadıysa da 20. yüzyılda gericiliğin dayandığı temeli oluşturdu. Kuşkucu Hume ise dinsel dogmalar da dahil olmak üzere hiçbir şeyin kesin olarak bilinemeyeceğini öne sürerek çok daha etkili oldu. Alaycı Voltaire daha da ileri giderek akıl ve iyilik adına doğrudan doğruya Kilise'ye saldırdı. Yüzyıl ilerledikçe felsefe, toplumsal ve ekonomik reforma daha fazla eğildi ve devrime giden yolu hazırladı.

8.2. BİLİM VE DEVRİMLER (1760-1830)

Bu dönemin ikinci evresi bilimde olduğu kadar siyasette de belirleyici bir etkisi olan yetmiş yılı kapsar. Bilimsel önemi bakımından 17. yüzyılla karşılaştırabileceğimiz bu dönem, doğurduğu pratik sonuçlar bakımından 17. yüzyılı çok gerilerde bıraktı. İngiltere'deki

Sanayi Devrimi ile Amerika ve Fransa'daki siyasal devrimler bu dönemde gerçekleşti. Devrimci savaşlar bilim ve tekniğin sürekliliğinde bir kesintiye yol açmadılarsa da aslında bu dönemi ikiye ayırdılar. 1760-1800 yılları arasındaki ilk kırk yıl tüm bu gelişmelerin yanı sıra bilimde gerçekleşen bir başka devrim –elektrik akımının üretilmesi– ile birleşince, yeni ve akılcı bir kimya bilimini yaratacak olan pnömatik devrimin doğuşuna ve tamamlanmasına da tanık oldu. Bu evrenin ikinci yarısını oluşturan 1800-1830 yılları arasında kalan bölüm, yeni bilimsel ya da siyasal görüşler bakımından çok verimli olmasa da pratik insan etkinliğinin tüm alanlarında muazzam bir canlanmanın ve yayılmanın görüldüğü bir dönem oldu.

Toplumsal değişimin bu farklı cepheleri arasındaki ilişki tesadüfi bir ilişki olamaz. Bunlar ne kadar yakından incelenirse bu dönemde bilimi, tekniği, ekonomiyi ve siyaseti birbirine bağlayarak tek bir kültürel dönüşüm modeli oluşturan bağlar o kadar karmaşık görünecektir. Bu dönem insanlığın gelişiminde bir dönüm noktasıdır. İnsan elinin yerini karmaşık mekanizmaların, zayıf insan ve hayvan gücü ile istikrarsız ve bulunduğu yer ile sınırlı rüzgâr ve su gücünün yerini de buhar gücünün almasıyla birlikte, insanın doğa üzerindeki egemenliği ilk kez bu dönemde sağlandı. 16. ve 17. yüzyıllarda görülen iki temel yenilik –deneysel-nicel bilimin ve kapitalist üretim yöntemlerinin doğuşu– 18. yüzyıldaki dönüşümleri mümkün kıldı. Bunlar ilk ortaya çıktıklarında büyük ölçüde birbirlerinden kopuktular. **4.64** Bilimin itici gücü ve en önemli uygulama alanı ticaretle doğrudan ve kopmaz, üretimle ise dolaylı bir ilişkisi olan denizcilikti. Bilim topluluklarında ve akademilerde yeni yeni örgütlenen 17. yüzyıl bilim insanlarının yoğun ve bilinçli çabalarının, tarımın ve imalatın geliştirilmesinde o an için çok az yararı oldu. Buna karşılık 18. yüzyılın ikinci yarısı bilimsel ve kapitalist yeniliklerin aynı anda ortaya çıkmasına tanık olacak ve bunlar arasındaki etkileşim ilerde kapitalizmle bilimi ve onlarla birlikte dünyadaki tüm insanların yaşamlarını değiştirecek olan güçleri serbest bırakarak serpilip gelişmelerine yol açacaktı.

18. yüzyılın siyasal, ekonomik, teknik ve bilimsel dönüşümleri hakkında her ne kadar bolca belge ve hatta doğru çözümlemeler

bulunmasına karşın, bu çalışmalar büyük ölçüde birbirinden kopuk kaldı. Tüm bu gelişmeleri içeren derli toplu bir çözümleme henüz kaleme alınmış değil. Burada bu işe kalkışmamız olanaksız. Yapılabilecek en iyi şey, bilimsel gelişmeyi ekonomik ve siyasal arka planı ve bütünlüğü içinde yerli yerine oturtmak, bu gelişmenin çağdaş toplumun diğer çehrelerinden nasıl etkilendiğini ve kendisinin de onları nasıl etkilediğini izlemeye çalışmaktır.

Sanayi Devrimi

Her ne kadar kavramın yaygın olarak benimsenmesini sağlayan Toynbee 5.91 olmuşsa da, 1844 yılında onu ilk kez kullanan Engels'ti. 5.30 İmalatın ilk ortaya çıktığı alanlarda üretkenlikte görülen değişimi devrim dışında bir kavramla dile getirmek olanaksızdı. 1766-1787 yılları arasında pamuklu malların imalatı beş kat arttı. Bu durumun ticaret, tarım ve nüfus üzerindeki etkileri de bir o kadar kesin ve hızlıydı. Devrimin etkisi bir ülkede hissedilir hissedilmez, eski üretim tarzı da ileriye doğru kesin bir değişime uğruyordu.

Sanayi Devrimi doğduğu yerle sınırlı kaldı; başlıca gelişmelerin hemen hepsi Orta ve Kuzey Britanya'da ve en çok da Birmingham, Manchester, Leeds, Newcastle ve Glasgow ile bu kentlerin yakın çevrelerinde meydana geldi. Olayın kendisi her ne kadar nerede ve ne zaman gerçekleşeceğini belirleyen özel bir koşullar bileşiminin ateşlediği bir patlama sürecinin bütün niteliklerini taşıyorsa da, önceki yetmiş yıl ve belki de daha uzun bir süre boyunca üretim alanında kaydedilen sürekli artışın en son aşaması durumundadır. Ekonomik yönden bakıldığında, denizcilikte ve sömürgecilikte kaydedilen gelişmeler sonucunda başta tekstil ürünleri olmak üzere, imalat malları için giderek büyüyen bir pazarın oluşmasının bu durumu belirleyen etken olduğu görülecektir.

Kömür ve demir

Üretimde köklü bir dönüşüm için gerekli ekonomik ve siyasal ön koşulların bir araya gelmesi en çok İngiltere'nin işine yaradı. İmalatın talebi karşılamak üzere özgürce gelişebileceği yer Fransa'dan çok

İngiltere'ydi. Çünkü burada 17. yüzyılın devrimleri hem feodalizmin hem de kraliyetin koyduğu sınırları ortadan kaldırmıştı. İngiltere'nin kendisine özgü bir başka avantajı da paradoksal bir biçimde, önceki tüm uygarlıkların temel yapı malzemesi ve başlıca yakıtı olan odunun bu ülkede kıt olmasıydı. Bu durum, yakıt olarak daha düşük kaliteli fakat daha ucuz olan *kömürün*, yapı malzemesi olarak da pahalı olmakla birlikte çok daha kaliteli olan *dökme demirin* kullanılması için gerekli yöntemlerin geliştirilmesini sağladı. 18. yüzyılın ikinci yarısında kömür ve dökme demir üretimi hızla arttı. Roebuck, Black, Smeaton ve Watt gibi bilginlerin büyük katkılarıyla bilimin sağladığı itici güç, makine yapımı, madencilik ve metalurji tekniklerinin ve taşımacılık yöntemlerinin, özellikle de kanalların büyük çapta gelişmesinde önemli rol oynadı.

Tekstil sanayisinin makineleşmesi

Sanayi Devrimi'nin kaynağı ağır sanayide ve ulaşımda sağlanan gelişmeler değildi. Sanayi Devrimi ancak ülkenin –ve o güne dek diğer tüm ülkelerin de– başlıca sanayisi olan tekstildeki gelişmelerden doğabilirdi; öyle de oldu. Kumaşa olan iç ve dış talep arttıkça Güney İngiltere'nin eski, yarı-feodal, loncaya bağlı sanayisi bu talebi yeterince karşılayamaz oldu. Ücretlerin düşük oluşu ve lonca kısıtlamalarının bulunmayışı tekstil sanayisini ülkenin kuzeyine kaydırdı. Burada önce Yorkshire'da ardından da Lancashire'da çırpma ve temizleme aşamasında su gücünden, yıkama ve boya aşamalarında da ucuz bir yakıt olan kömürden yararlanma olanağının bulunması ek birtakım avantajlar sağladı. 1750'de yeni bir hammadde, pamuk ipliği kullanılmaya başlandı. Pamuklu kumaşlar daha önce ticari sömürge durumundaki Hindistan'dan ithal ediliyordu. Ham pamuk yeni Amerikan plantasyonlarında üretilebilirdi. Fakat pamuğun işlenmesi için geleneksel yün eğirme tekniklerinden farklı yeni teknikler gerekiyordu. Bu yöntemler ilk olarak nemli iklimi nedeniyle en uygun yer olarak öne çıkan yoksul Lancheshire bölgesinde uygulandı. Burada pamuk ipliğine olan talep kısa sürede eski el ile eğirme yöntemiyle karşılanamayacak ölçüde arttı.

Tekstil üretiminde makine, hatta enerjiyle çalışan makine kullanılması yönünde daha önceleri çorap tezgâhı ve Lombe'un 1719'da kurduğu ipek fabrikası gibi tek tük girişimler olmuştu (Şekil 11). Bu girişimler başarılı da olmuş, ne var ki sınırlı bir pazar ve talep yetersizliği yüzünden yaygınlaşamamışlardı. Sonunda, pamuk sanayisinde el emeğinin yerini makinelerin alacağı sınırsız bir alan ortaya çıktı. Hargreaves 1764'te iplik eğirme makinesini, Arkwright 1769'da sulu eğirme makinesini ve Crompton 1779'da çıkrığı icat etti. Bu üç büyük icatla birlikte, iplik eğirme sürecinde önce elin verimliliğinin arttırılması, ardından da güç kullanılması yoluyla eski el tekniklerinden ilk gerçek kopuş yaşandı. ***5.10.578*** Üretimin eskiye oranla olağanüstü artması bu makinelerin, değirmenleri döndüren akarsuların kapasitesini arttırmaya varıncaya dek birçok alanda kullanılmaya başlanmasına yol açtı. 1785'te Watt'ın buharlı makinesinin değirmenleri döndürecek şekilde uyarlanmasıyla birlikte son mantıksal adım da atılmış oldu.

Sanayi kapitalizmi

Cartwright'ın 1785'te otomatik tezgâhı icat etmesiyle, pamukluların yanı sıra yünlüleri ve keten bezi üretimini de içine alarak dokumacılığın tüm alanlarına yayılan tekstil devrimi, yalnızca teknik bir devrim değildi. 18. yüzyılın başlarındaki toplumsal ve ekonomik değişiklikler olmasaydı bu devrim gerçekleşemezdi. Bununla birlikte, 19. yüzyıldaki çok daha köklü değişikliklere yol açan da oydu. Üretimdeki devrimin başlayabilmesi için, modern biçimleriyle her ikisi de bu dönemin ürünü olan *emek* ile *sermayenin* olgunlaşması gerekiyordu. Sermaye, öncelikle kölelerin çalıştırıldığı maden ve plantasyonlarda yeni keşfedilen toprakların doğal zenginliklerinin sömürülmesi ya da Hindistan'dan âdeta göz göre göre yağmalanması yoluyla elde edilen bir önceki yüzyılın büyük ticari kârlarından ileri geliyordu. ***4.3*** Sahipsiz ya da kamuya ait arazilerin özel mülkiyete dönüştürülmesi yoluyla, emeğin toprağa bağımlı olmaktan kurtulması gerekiyordu; böylece Ortaçağ kentlerine özgü lonca kısıtlamaları da ortadan kalkmış olduğundan, emek, düşük bir ücret karşı-

lığında saatlerce tezgâh başında çalıştırılabilecekti. Önceleri, işçi sayısı az olduğundan, kalifiye işçilik ve ağır çalışma gerektirmeyen, özellikle çocuklar ve kadınlar tarafından kullanılabilecek makinelere ihtiyaç duyulmaktaydı. *5.31a* Sonra, toprakların büyük ölçüde özel mülkiyete dönüştürülmesi ve yoksul İrlandalıların ucuz emeğinin ithal edilmesiyle birlikte işçi sayısı fazlasıyla arttı. Dolayısıyla, radikal yeni icatlar peşinde koşmak yerine var olan makineler geliştirilip -ama dönüştürülmeyerek- alabildiğine yaygınlaştırıldı.

Sanayinin yoğunlaşması

Tekstil pazarı, o zaman için yalnızca İngiltere'de var olan elverişli koşulların da desteğiyle Sanayi Devrimi'nin patlak vermesini sağladı. Tekstil makinelerine duyulan ihtiyaç ve tekstil ürünlerinin üretiminde kullanılan yöntemler, demir ve kimya sanayilerini canlandırdı. Tüm bunlar kömüre olan talebi giderek artırdığından madencilik ve ulaşım alanlarındaki gelişmeleri hızlandırdı. Yüzyılın ortalarına gelindiğinde Darby'nin icadı sayesinde bol miktarda dökme demir bulunabiliyordu artık. Şimdi kıtlığı çekilen ürün işlenmiş demirdi. 1784'te Cort'un uygulamaya soktuğu tavlama yöntemiyle bu ihtiyaç bir süreliğine karşılanabildi. Bunların bilimsel ve teknik yönlerini ilerde ele alacağız. Ancak burada, bu gelişmelerin, hammadde olarak oduna duyulan asırlık bağımlılığa bir son verdiğinin ve demir sanayisini de ormanlardan uzaklaştırarak diğer pek çok sanayinin toplanmış olduğu kömür havzalarına getirdiğinin altını bir kez daha çizmek gerek.

Yoğunlaşma Sanayi Devrimi'nin en belirgin özelliğidir. Feodal dönemin yerli sanayisi, hatta kentlerdeki lonca üretimi, kaçınılmaz olarak pek çok bölgeye dağılmıştı. Yeni makineli kentler -Manchester, Birmingham, Newcastle ve Glasgow- yeni ürünlerin neredeyse tamamını üretiyorlardı. Bu kentler, bir taraftan ürettikleri ucuz ürünlerin ulaştıkları her yerde yerel sanayileri yıkması, diğer taraftan da işgücüne ve yiyeceğe duydukları ihtiyaç nedeniyle çok daha geniş bir alan üzerinde etkide bulundular. *4.37; 5.1; 5.2; 5.8*

Tarım Devrimi

Sözünü ettiğimiz yiyecek talebi, İngiltere'nin büyük bölümünde köylülerin yerini almış olan büyük toprak sahipleri ile çiftçileri tüketim için üretimden, pazar için üretime geçme konusunda cesaretlendirdi. Deneyime dayalı besicilik, aşılama ve nöbetleşe ekim yöntemleri, mibzer ve atla çekilen tırmık gibi makinelerin kullanıma sokulmasıyla birleşince, tarımda bir devrim gerçekleşti. ***5.10501*** Tarım devrimi 18. yüzyıl başlarında Hollanda deneyiminden etkilenen yenilikçi birkaç girişimci tarafından başlatılmış; fakat sanayi tahıl ve et için yeni bir pazar yaratana, önce tarım için gerekli aletleri sonra da bu aletleri çalıştıracak gücü sağlayana kadar fazla bir yol alamamıştı. Tarım devrimi toplumsal iş ve ilişkiler bakımından en az Sanayi Devrimi kadar köklü bir değişime işaret eder. O ilerledikçe, tarımda yiyecek üretimi için emeğe duyulan ihtiyaç giderek azaldı. Böylece, insanların yığınlar halinde kentlere akmasının önü açılmış oldu. İngiltere'de başlayan makineli tarım, kısa süre içinde yeni toprakların tarıma açıldığı Amerika'ya, on yıllar sonra ise Avrupa'nın daha kalabalık tarım bölgelerine yayıldı.

Tarıma olan ilgi ılıman iklimli bölgelerle sınırlı kalmadı. Tropikal ürünler ve olası yeni sömürgeler bulma çabaları yeni deniz seferlerine yol açtı. Bunlar artık Dampier'in seferleri gibi 17. yüzyılın yarı korsanımsı maceraları değil, pek çok ulusun kibar bir rekabete giriştikleri, uygun araç-gereçlerle donatılmış bilimsel keşif gezileriydi. Cook (1728-1779), Bougainville (1729-1811) ve Bellinghausen'in (1778-1852) seferleri en bilinen örneklerdir. *Bounty*'nin talihsiz seferi bile Güney Pasifik Okyanusu kıyılarından alınan ekmek ağacı fidelerini Batı Hint Adaları'na götürmek amacıyla düzenlenmişti.

Sanayi Devrimi'nin yaratıcıları

Sanayi Devrimi ilk evrelerinde bilimin yardımına gerek duymadı; devrimin mimarları, başarılarını olağanüstü elverişli koşullara borçlu olan yaratıcı zanaatkârlardı. Tekstil alanındaki başlıca gelişmeler, bütünüyle yeni olan herhangi bir bilimsel ilkeye başvurulmaksızın gerçekleşti. Gelişmelerin asıl önemi, hareketli bir durumda bulunan

yeni bir toplumsal unsurun doğuşuna işaret ediyor olmasıydı. Biriktirdiği ya da ödünç aldığı küçük sermayeleriyle usta zanaatkârlar, ilk kez üretim sürecini değiştirme ve yönetme iddiasıyla ortaya çıkıyor; Marx'ın deyişiyle "gerçekten devrimci bir tarzda" ***4.3.123*** tüccarların tefecilik yoluyla küçük zanaatkârların üretimi üzerinde kurdukları egemenliğe karşı savaş açıyorlardı.

Buhar gücü

Buharlı makine ve onun sağladığı sınırsız güç olmasaydı, devrim, Lancashire ve Yorkshire'a bağlı West-Riding gibi sulak birkaç bölgede tekstil imalatını hızlandırmaktan öteye gidemez, yüzyıllar önce Çin'de ulaşılan teknik başarıların bir benzerinden fazlası elde edilemezdi. Tekstil sanayisinde enerji kaynağı olarak buharlı makinenin kullanılması, başlangıçta birbirinden ayrı olan ağır ve hafif sanayileri birleştirerek İngiltere'den tüm dünyaya yayılacak olan modern sanayi kompleksini yarattı. Buharlı makine, ilerde göreceğimiz gibi bilimsel düşüncenin bilinçli olarak uygulandığı ilk örnektir; dolayısıyla bilim Sanayi Devrimi'nde temel bir rol oynamıştır.

Buna karşılık Sanayi Devrimi'nin kendisi de bilimsel çalışmaların yeniden canlanmasında itici bir güç olacak, bilimin gelişimini destekleyecekti. 17. yüzyıldaki sorunlara oranla sanayinin ortaya attığı sorunların bilimle daha yakın bir ilişkisi vardı. Yalnızca İngiltere, İskoçya ve Fransa'da değil, yüzyılın sonlarına doğru Rusya, İtalya ve Almanya'da da "sanatların ve imalatın gelişmesi için" bilimden bilinçli bir biçimde yararlanmayı hedefleyen hareket, yeni yeni yükselmekte olan burjuvazi arasında yayılmış, hatta aristokrasinin bir kesimi ile Büyük Katerina ve Avusturyalı II. Joseph gibi hayırsever hükümdarlar tarafından da memnuniyetle karşılanmıştı. Fakat gösterilen bu ilgi bir önceki yüzyılınkinden farklıydı: Üretim alanındaki gelişmelerle daha yakından ilişkiliydi ve devrimci bir özellik taşıyordu.

Sanayi kollarında bilim: Ansiklopedi

18. yüzyılın sonlarındaki bilimsel canlanmanın 17. yüzyıldakinin aksine Oxford, Cambridge ya da Londra'da değil de Leeds, Glas-

gow, Edinburgh ve Manchester'da ve özellikle de ilerde en ünlü bilim merkezi haline gelecek olan Birmingham'da ortaya çıkmış olması ilginçtir. Benzer bir süreç Fransa'da köhnemiş bir siyasal ve toplumsal sistem tarafından engellendiğinden, ilerlemeden ümidini kesen ileri görüşlü aydınlar sonunda tüm güçleriyle bu sistemden kurtulma çabasına giriştiler. Onların bu çabası Fransız Devrimi'ne de katkıda bulundu. Ortaya dev bir eser koydular; 1751-1772 yılları arasında yazılan ve sekiz ciltten oluşan büyük *Encyclopédie des Arts, Sciences et Métiers*. Neredeyse tüm *filozofların* yazılarıyla katkıda bulunduğu bu yapıt esas olarak Diderot (1713-1784) ile D'Alembert'in (1717-1783) emeklerinin ürünüdür. Bu Ansiklopedi özgür düşünceyi bilim, imalat ve *laisser-faire* ile birleştirerek yeni liberalizmin kutsal kitabı oldu.

Benjamin Franklin

Yeni hareketin en tanınmış öncüsü ve habercisi Benjamin Franklin'di. Canning hakkında söylenen "o eski dünyanın bozulan dengesini yeniden sağlamak için Yeni Dünya'ya bahşedildi" sözü onun için daha doğrudur. Benjamin Franklin, 1706 yılında ABD'nin Boston şehrinde yoksul bir mumcunun oğlu olarak dünyaya geldi. 12 yaşındayken bir matbaacı ve yayıncının yanına çırak olarak verildi; 17 yaşına geldiğinde kendi matbaasını kurmak üzere Philadelphia'ya kaçtı. Daha sonra olmadık hayallere kapılarak gittiği İngiltere'de matbaa işçiliği yaparak geçimini sağladı. Bu arada çağdaş bilimi ve siyaseti adamakıllı kavradı. 1726 yılında Philadelphia'ya dönerek elektrik teorisinin temellerini attı; paratoneri, salıncaklı sandalyeyi ve demir sobayı icat etti. 1743'te ilk Amerikan Felsefe Topluluğunu kurdu. Sömürgelerden sorumlu posta müdürü olarak General Braddock'un 1755 yılında Duquesne Kalesi'ne (Pittsburg) yaptığı şanssız araştırma seferi için gerekli donanımı sağladı.

Daha sonra Pennsylvania'yı temsilen İngiltere'ye döndü ve orada sömürgelerin bağımsızlığı için çalışmaktan başka seçeneği olmadığını gördü. Britanya aristokrasisi ne bu sömürgelerin değerini anlayabiliyor ne de onları yönetebiliyordu. Gerçekten de Yeni Dünya'nın

saklı olanaklarını ilk gören ve onun geleceği hakkında planlar yapan ilk kişi Benjamin Franklin'di. Bağımsızlık Bildirgesi ve Anayasa üzerine çalışmaları buna tanıktır. Bağımsızlık Savaşı sırasında dövüşemeyecek kadar yaşlı olan Benjamin Franklin'in ülkesi için yaptığı belki de en büyük hizmet, Fransa'da büyükelçiyken savaşın sonunu belirleyecek olan Fransız desteğini kazanmış olmasıydı. Franklin'in siyasal yaşam ve bilim üzerinde etkisinin en güçlü olduğu dönem Paris'te ve Versailles'te bulunduğu günlerdir. Franklin 18. yüzyılın Bacon'uydu, ama bir farkla; bilimin kurumlaşması için prenslere yalvarıp yakaran kurnaz bir saray düşünürü değil, kendisini korunmasına ve geliştirilmesine adadığı özgürlük içinde doğmuş bir halk adamıydı. Yeni çağ biliminin ön saflarında yer aldı. *Filozofların* çalışmalarına içtenlikle katıldı ve bu çalışmalara yoksun oldukları demokrasi anlayışını ve sağduyuyu kattı.

Muhalif akademiler ve ay topluluğu

Franklin'in İngiltere'deki genç çağdaşları onun görüşlerini yaşama geçirdiler. Sanayi Devrimi, yukarıda açıkladığımız gibi, bilime çok az şey borçlu idiyse de onun gelişimine yön veren insanlar bütünüyle bilimsel anlayışa sahip kimselerdi. Artık sarayda ve kentte eskisi kadar rağbet görmeyen bilimin değeri Kuzeyli imalatçılar ve onların çevreleri tarafından adamakıllı kavranmıştı. Bu kişiler bilimin geçmişteki başarısızlığının halka hitap etmemiş olmasından ileri geldiğini anladılar. Dahası, bilim ilk kez denizcilik okulları dışında da sistematik olarak okutulmaya başlandı. Eski üniversitelerin ilgisizliğine rağmen (bunlar yeni çağdaş düşünürlere kapılarını kapatmışlardı) bilim, Worrington ve Daventry gibi muhalif akademilerde kendine bir yer buldu. Elde ettikleri başarılarla bilime ne kadar gereksinim olduğunu kanıtlayan bu bağımsız kuruluşlar 18. yüzyılda, İskoç üniversitelerinden hemen sonra dünyadaki en iyi bilimsel eğitim kurumları haline geldiler.

19. yüzyıla oranla bu dönemde imalatçılar, bilim insanları ve yeni profesyonel mühendisler çalışmalarında ve toplumsal yaşamlarında daha fazla iç içe geçip kaynaştılar. Aralarında kız alıp verme yoluyla

daha da yakınlaştılar. Düzenledikleri eğlencelerde sıkça bir araya geliyor, hiç bitmeyen sohbetlere dalıyorlardı. Birlikte deneyler yapıyor, projeler tasarlıyor ve elbirliğiyle bunları uygulamaya koyuyorlardı. [Her dolunay gecesinde bir üyelerinin evinde eğlence düzenleyen] Black Country ve Birmingham "Ay Topluluğu" böyle ortaya çıktı. Derneğin üyeleri arasında tüm ömrünü demirle uğraşarak geçiren, düşlerinde bile demir gören ve öldüğünde demir bir taput içinde toprağa verilen demirci ustası John Wilkinson (1728-1808); çömlekçi Wedgwood (1744-1817); toplumsal ilerleme uğruna pek çok çılgın ve yüce gönüllü proje tasarlayan dahi İrlandalı Edgewarth; "Standford ve Merton"un 5.75 yarı şakacı, yarı ciddi radikali Thomas Day; şair ruhlu fakat gerçekçi bir uygulama adamı olan Lichfieldli Dr. Erasmus Darwin (1731-1802); 1791 yılında, kendisinin bulunmadığı bir akşam yemeği sırasında evinde Fransız Devrimi şerefine kadeh kaldırıldığı gerekçesiyle Kiliseci-Kralcı çeteler tarafından evi yakılan Joseph Priestley (1733-1804); yorulmak nedir bilmeyen melankolik İskoçyalı James Watt (1736-1819) ile onun hemşehrisi, kömür gazı fenerinin mucidi Murdock ve son olarak da tüm bir hareketin beyni ve kalbi olan varlıklı, girişimci, neşeli ve konuksever Birminghamlı düğme imalatçısı Matthew Boulton (1728-1809) *5.27* bulunuyordu. Buharlı makinelerin ilk imalatçısı olarak sözcüğün gerçek anlamıyla Sanayi Devrimi'nin itici gücü olan Boulton, Çariçe Katerina'ya "Tüm dünyanın istediği şeyi -gücü- satıyorum" diyecekti.

18. yüzyıl İskoç Rönesansı'nın daha ciddi gruplarından biri de güçlü kişisel bağlarla yukarıdaki grupla ilişki içindeydi. Bu grubun üyeleri Fransız *filozoflarıyla* ilişkiyi sağlayan filozof Hume (1711-1776); *Ulusların Zenginliği* adlı yapıtıyla *laisser-faire* kapitalizminin entelektüel babası olan Adam Smith (1723-1790); pnömatik devrimin mimarı Dr. Black (1728-1799) 4.69 ve modern jeoloji teorisinin kurucusu olan Dr. Hutton (1726-1797) idi. 5.35 Sonradan kimyasal madde imalatçılığına başlayıp ayrıntılı olarak tasarlanmış ilk demir işleri atölyesi olan Carron Works'ü kuran tıp adamı Dr. Roebuck (1718-1794) ve Thomas Jefferson'un öğretmeni Dr. Small gibi diğer bilim insanları da hem İngiltere'ye hem de İskoçya'ya aynı derecede bağlıydılar.

Bilim ve imalatın bu birliği yalnızca 18. yüzyıl sonlarının İngiltere'sinde görüldü. Böylesi bir birliğin varlığı teknik ve bilim arasında dinamik bir dengenin kurulmuş olduğu, bilimin sanayiye fazla bir katkıda bulunmadan daha çok ondan öğrendiği bir evreden, sanayinin neredeyse tamamen bilimin temellerine dayandığı bir evreye doğru ilerlenilen bir geçiş dönemine işaret eder. Diğer ülkelerde bu gruplara karşılık gelen çevreler ise yalnızca imalatçıların sunabileceği sağlam zeminden yoksun olduklarından, ister istemez daha çok ekonomik ve siyasal alanlara yöneldiler. Bu ülkeler için İngiltere âdeta sınai bir Mekke idi. İngiliz sanayisi hakkında en doğru değerlendirmelerin bazıları, İngiltere'yi ziyaret eden zeki yabancılardan geliyordu. Bu yabancılardan biri olan Gabriel Jars (1732-1769) Fransız ağır sanayinin kurucularındandır. 1782'de Le Creusat'da İngiltere dışındaki büyük ölçekli üretim yapan ilk modern demir fabrikasının kurulması kararlaştırıldığında, teknik sorunların üstesinden gelmek için büyük demirci ustasının kardeşi W. Wilkinson'u iş başına getirmek zorunda kalınması ilginçtir. ***5.17***

Akılcı kimya ve Pnömatik Devrim

Sanayi Devrimi döneminin bilim alanındaki en önemli katkısı modern, yani akılcı ve nicel kimyanın kurulmasıdır. Bu olay, bilim tarihinde yüzyıl öncesinin büyük astronomik-mekanik sentezi ile aynı derecede önemli bir gelişmedir. Bunun nasıl meydana geldiğine bir sonraki bölümde değineceğiz. Burada onun, daha çok yeni büyük ölçekli tekstil sanayisine yardımcı olan kimya sanayisinin hızlı gelişiminin ve madde ve dönüşüm sorunlarına eğilen bilim insanlarının çalışmalarının sonucu olduğunu belirtmek yeterli olacaktır.

Kimyanın karmaşık işlemlerinin basit bir biçimde açıklanabilmesini mümkün kılan anahtar, yeni gazların incelenmesiydi. Bu da bir önceki yüzyılın hava ve boşlukla ilgili deneyleriyle ve buharlı makinenin gelişmesiyle yakından bağlantılıydı. Gerçekten de kimyanın yükselişi bu "pnömatik devrim"in sonucu olarak değerlendirilebilir. İskoçya'da Black, İngiltere'de Priestley ve İsveç'te Scheele gibi öncü deneycilerin çalışmalarını izleyen Lavoisier'in mantıksal yönden ge-

lişkin kafası, eski ve yeni olguların karmaşık dünyasına bir çekidüzen getirdi. Yirmi yıl sonra Dalton kimyayı Newton'un maddi-mekanik sistemine bağlayan atomlara dayalı bir açıklamada bulunduysa da, kimyasal atomların niteliğinin açıklanması için bir yüzyıl daha geçmesi gerekecekti.

Akıl çağı: Joseph Priestley

Bilimin etkileri sanayiyle sınırlı kalmadı. Franklin'le başlayarak 18. yüzyıl sonlarının bilim insanları Fransa'da olduğu kadar İngiltere'de de belirgin bir biçimde radikal ve liberal görüşlere sahiptiler. Bilime bağlılığı, insancıl duyguları ve radikal siyasi görüşleri birleştiren bu hareketin en tipik temsilcisi Joseph Priestley'di (1733-1804). Yorkshire'lı bir terzinin oğlu olan Priestley, muhalif Daventry Akademisi'nde, bağımsız cemaat yöneticisi olmak üzere eğitim gördü. Büyük bir arzuyla içine çektiği Aydınlanma ruhu onu Fransa'da olduğu gibi inançsızlığa değil de Üniteryen [birlikçi], akılcı bir Hıristiyanlık anlayışına götürdü. Bu, onu Ortodoks çevrelerde sayılan bir kişi yapmadı ama aldığı eğitim ve ilgi duyduğu konular bilim dünyasına girmesini, özellikle de bilimsel kariyerinin başlangıcını oluşturan *Elektriğin Tarihi 5.67* adlı kitabı yazmasında kendisine esin kaynağı olan Benjamin Franklin'le tanışmasını sağladı. Priestley 1767'de Leeds'te cemaat papazlığına başladı ve burada karbondioksit üzerine deneyler yaptı . O andan itibaren imalatçılardan ve bazı soylu liberallerden destek gördü. Lord Shelley ona ömrünün en verimli döneminde –1773-1780 yılları arasında– bir ev ve bir laboratuvar tahsis etti. Kendisine uluslararası bir ün kazandıran oksijeni buradaki çalışmaları sırasında keşfetti.

Ne var ki onun için bu bilimsel araştırmalar, asıl amacı olan liberal bir din uğruna yürüttüğü doktriner tartışmaların yanında ikinci planda kalıyordu. Priestley'in bilimsel çabaları dini görüşlerine sıkıca bağlıydı. Descartes gibi madde ile ruhu, akıl ile inancı birbirinden ayırmaya çalışmak bir yana, bunları birleştirecek saf bir vahiy arıyordu. Bu vahiyi hem Kutsal Kitap'ta hem de Tanrı'nın eseri olan doğada bulmaya çalıştı. Onun mantığına göre, elektriğin açığa vurduğu

hareketler maddenin durgun olamayacağını, dolayısıyla özü gereği duygusal bir yeteneğe de sahip olduğunu gösteriyordu. Onun düşünceleri bir bakıma geriye, Erigena'nın hylozoizmine [canlı-özdekçilik] kadar uzanır; öte yandan Whitehead'in organizmal felsefesi de bunun bir uzantısıdır. Priestley kutsal üçleme, kefaret, kader ve hatta ruhun varlığı inançlarını *Hıristiyanlığın Yozlaşması* **5.9.190** olarak görüyordu. Bu görüşler 18. yüzyılda ancak sınırlı bir etki uyandırabildi. Fransızlar Tanrı'ya inanan bir filozof bulunmasına şaşırdılar; İngilizler ise Priestley'in dini ile ateizm arasında pek bir fark göremediler. Ama Priestley'in Hıristiyan değerlerine olan inancı tamdı; o bunu "yaşamın diğer olağan görevlerinden farksız bir görev, Tanrı'ya daha fazla sadakat, insanlığa daha fazla iyilik" olarak tanımladı. Priestley bu anlayışla "mümkün olan en fazla sayıda insanın mutluluğunu" hedefleyen bütün toplumsal ve kültürel gelişmeleri destekledi.

Siyasete asla etkin bir biçimde katılmadı. Fakat Fransız Devrimi'ne karşı tepkilerin sertleştiği bir dönemde, İngiliz Kilisesi'nin yasayla belirlenmiş olan doktrinlerinin yanı sıra saygıdeğer muhaliflerin görüşlerine de açıkça karşı çıkması, vatana ihanetle değilse bile başkaldırıyla tanımlanabilecek bir tutumdu. Nazik ve yufka yürekli Dr. Priestley kısa sürede radikal bir cumhuriyetçi umacı oluverdi. Sonunda öyle bir hava oluştu ki Kilise ve Kral yanlısı Birmingham'lı bir çete, yetkililerin göz yummasını da fırsat bilerek Priestley'in kentin yakınlarındaki evini ateşe verdi. Kitaplığındaki tüm kitaplarla birlikte laboratuvarı da tamamen yanıp kül oldu. Bu olayın ardından, güvende olmasına karşın meslektaşlarının kendisini yalnız bıraktıklarını düşünerek Amerika'ya göç etti ve 1804 yılında orada öldü. Gelişmeler kısa vadede onu başarısız gibi gösterdiyse de etkisi doğrudan ya da dolaylı olarak yeniden artacak ve 19. yüzyılın liberal ve insancıl hareketlerine esin kaynağı olacaktı.

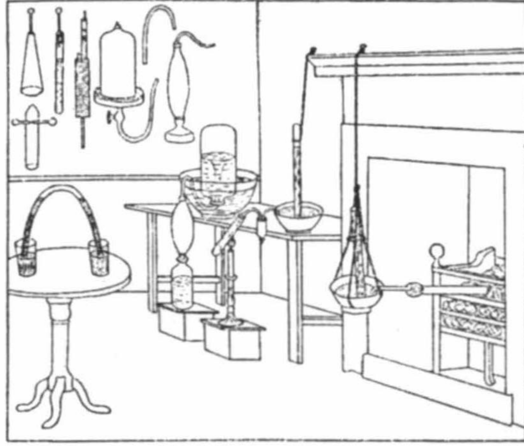
Antonie Laurent Lavoisier

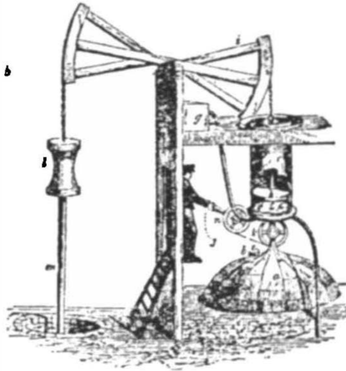
Priestley ismi bilim tarihinde Lavoisier ismine kopmaz bir biçimde bağlıdır. Bunun nedeni Fransız Lavoisier'in kimyayı akılcı ve nicel bir bilim haline getirecek olan devrimci teoriyi, İngiliz Pri-

estley'in yapmış olduğu öncü araştırmaların temelleri üzerine kurmuş olmasıdır. 5.52 Lavoisier olağanüstü bir kişilik olarak 18. yüzyıl Fransız bilimine egemen olmuştu, ama Priestley'den çok farklı bir insandı. Her ne kadar her ikisi için de bilim, hayatlarındaki başlıca ve belki de tek uğraşsa da, Lavoisier'de Priestley'in muğlak, dini ve radikal insancıllığından eser yoktu. Aksine Lavoisier'in temel kaygısı bilimi etkili bir biçimde halkın hizmetine sokarak ve uygulama alanında bilimden yararlanarak *ancien régime*'i (eski Fransız hükümeti kast ediliyor) çağdaşlaştırmaktı. Daha gençliğinde son derece atılgan ve özgüven sahibi bir adam olduğunu kanıtlamıştı. Bu, kısmen dikkat ve iyi yönetim sayesinde kâtiplikten posta müdürlüğüne, oradan tüccarlığa, tüccarlıktan noterliğe, noterlikten avukatlığa ve nihayet Paris *Parlamentosu*'na giden yolda adım adım ilerleyen bir ailenin son çocuğu olarak zengin doğmuş olmasından ileri geliyordu. Soyluluğa doğru son adımı Lavoisier'in kendisi atacak ve kral için vergi toplayan küçük fakat son derece zengin bir şirket olan *Ferme Générale*'de bir yer kapacaktı. Ne var ki bunun kellesine mal olacağını bilemezdi.

Lavoisier çok iyi bir bilimsel eğitim aldı. Matematik, astronomi, botanik, anatomi, jeoloji öğrenimi gördü ve hepsinden önemlisi de *Jardin du Roi*'nin müşfik deney hocası Rouelle'den (1703-1770) kimya dersleri aldı. Gerekli olanaklara fazlasıyla sahip bulunan ve eldeki bilgilerin tümüne hâkim olan genç adam, bilimi ve toplumu akla uygun bir düzene sokabilme arzusuyla işe koyuldu. İlk bilimsel çalışmasını 1767 yılında, 24 yaşındayken üstlendi; Fransa'nın jeolojik haritasını yapmak ve mineral kaynaklarını araştırmak üzere ülke turuna çıktı. Daha sonra sokakların aydınlatılması, deneysel çiftçilik ve İngiltere'de olduğu gibi Fransa'da da 18. yüzyıla özgü genel iyileştirme projeleri gibi sorunlara kafa yordu. Bu çalışmalar içinde en önemlisi 1775'te Barut Komitesi'ne atanması ve Cephanelik'in yöneticileri arasında yer almasıdır. Burada belki de o dönem için dünyadaki en iyi kimya laboratuvarını kurdu. Bunun yanında Priestley'in laboratuvarı devede kulak kalıyordu (Şekil 12).

Lavoisier'in bilimsel çalışmalarına ilerde değineceğiz. Burada onun etkili bir kişi olarak bilimden yararlanılması konusunda





Şekil 12: 18. Yüzyıl Teknolojisi ve Bilimi

a. Priestley'in Laboratuarı
Özellikle, gazların hazırlanması ve tutulması için donatılmış. Aletlerin ev yapımı doğasına dikkat edin. Hafif ateş için mum ateşi, güçlü ateş için ise kömür ocağı kullanılmış.

b. Yeni üretilmiş vakum buhar makinesi
Her vuruşta vanaları açıp kapamak zorunda olan operatöre dikkat edin. Daha sonra onun yerini vana dişlisi aldı.

gösterdiği, uzun yıllar eşine rastlanılmayacak olan ustalığı üzerinde duracağız. Yaptığı her işte son derece berrak, düzenli ve üstün bir aklın izleri görülür. Lavoisier kendini felsefeye vermedi. Her ne kadar kimyanın uçsuz bucaksız alanını fiziksel ve matematiksel ilkelere açtıysa da kalıcı olan, kullandığı yöntemlerden çok getirdiği aydınlatıcı açıklamalardı. Diğer Ferme Géneral üyeleriyle birlikte yargılandığında, kişisel olarak kendisine ya da bilime karşı bir devrim sırasında kaçınılmaz olarak ve göze batacak şekilde eski düzenle özdeşleşmiş olmasının acısını çekti.

Priestley ve Lavoisier, bilim ve sanayinin hızlı gelişimine sıkıca bağlı, umut dolu bir uyanışın birer tipik örneğiydiler yalnızca. Yüzyılın sonlarına doğru, tarihte ilk kez içlerinde kadınların da bulunduğu sayıları giderek artan pek çok insan, önyargı ve ayrıcalıkların değil aklın ve eşitliğin egemen olduğu bir dünyanın mümkün olabileceğini düşünmeye başladı. Örneğin, İtalya'da uzun zamandır uykuda olan bilimin bu dönemde Galvani, Volta ve Avogadro'nun büyük katkılarıyla nasıl yeniden canlandığını görmek ilginçtir. Bu hareket İtalya, Avusturya, Prusya, Rusya ve hatta İspanya üzerinden Avrupa'ya ve Yeni Dünya'ya yayıldı. Bunlar, J. J. Rouesseau'nun eserlerinde gördüğümüz gibi yalnızca kendi deneyim ve özlemleri sonucu oluşan doktrinlerden değil, köklü ve olağanüstü akılcı Çin toplumu ile erdemli Hint toplumundan öğrenilen her şeyden ve Güney Pasifik Okyanusu'ndaki Mercan adalarında yaşayan halkların basit ve mutlu yaşamları üzerine bilimsel keşif gezileri sırasında tutulan raporlardan da etkilendiler. Filozoflar tarafından bilgece yönetilen, geleneğin zorbalıklarından kurtulmuş bir toplum, özlenen ideal oldu. Her şey doğaya dönüşü işaret etmekteydi . Çağ, aydın hükümdarların; Büyük Frederick'in, II. Joseph'in ve Büyük Katherine'in çağıydı. Bu dönemin başlıca esin kaynağı bilimdi. Bilim aynı zamanda eski düzenin eleştirilmesinde entelektüel bir araç oldu ve mekanik bir dönüşüme uğramış olan sanayiden yararlanılarak insan soyunun yeniden canlanmasını sağladı. Bu, öyle muazzam bir bilimsel ve teknik atılımın önünü açtı ki, yüksek düzeyinin yanı sıra yoğunluğu ve bilinçliliği ile toplum üzerinde dünyanın daha önce tanık olmadığı kadar büyük bir etkide bulundu.

8.3. FRANSIZ DEVRİMİ VE BİLİM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Monarşinin son günlerini yaşadığı dönemin Fransız bilim insanları, *filozofların* ilerici ruhundan derin bir biçimde etkilenmişlerdi. Yeni rejim onlara bekledikleri fırsatı verdi. Feodal kalıntıların temizlenmesinde ve aklın yüceltilmesinde yeni bilim öncü bir rol oynadı. Tüm devrimci hükümetler bilimin önemini resmen tanıdılar; ona büyük destek sundular ve ondan da bir o kadarını beklediler. Monge (1746-1818) ve Lazare Carnot (1753-1823) gibi bazı bilim insanları ateşli birer cumhuriyetçiydiler; ekonominin ve hatta askeriyenin yönetiminde doğrudan sorumluluk üstlendiler. Bailly (1736-1793), Condorcet (1743-1794) ve büyük Lavoisier gibileriyse, başlangıçta tam bir işbirliği yapmalarına karşın eski düzenle olan bağlarını unutturamadılar ve Fransa'nın istilaya uğraması karşısında gösterilen yaygın tepkinin kurbanı oldular. Bilim insanlarının çoğunluğu ise köhnemiş devlet mekanizmasının ve eğitimin, bilimsel temelleri üzerinde yeniden yapılandırılmasına çaba harcadılar.

İlk görev, ağırlık ve uzunluk ölçülerinde reform yapılmasıydı. Sonunda 1799'da metrik sisteme geçildi. Fransa'nın etkisinin nüfuz edemediği ve sergiledikleri direnişin de tanıklık ettiği gibi, bu görevin başarılması için bir devrim gerekliydi. İkinci büyük görev, modern bilimsel eğitimin kurulmasıydı; Rönesans'tan bu yana eğitim alanındaki ilk gerçek değişiklikti bu. Devrimciler, eski üniversitelerin karşı koymasına rağmen İngiltere'nin muhalif akademileriyle Fransa'daki askeri okullarda önceden temelleri atılmış olan bilimsel eğitimi geniş bir ölçekte sistematik olarak geliştirdiler. İskoçya bir istisnaydı; daha önce gördüğümüz gibi İskoç üniversiteleri kuruldukları andan itibaren bilimsel ilerlemenin ön saflarında yer aldılar. Muhalif üniversitelerden yetişenler arasında Priestley ve demirci ustası Wilkonson; Fransız askeri okullarından yetişenler arasında da Monge ve Poncelet gibi matematikçiler, Napolyon gibi askerler ve şaşırtıcı bir biçimde Eton'dan ayrılan Wellington yer almaktaydı. Sanayi ve savaş için bilim vazgeçilmez olmuştu. École Normale Supérieure, École de Médecine ve bu ikisinden de büyük olan École

Polytechnique'in kurulması, geleceğin bilimsel öğretim ve araştırma kurumlarına örnek oluşturdu. **5.84** Bu okullarda çalışmak üzere yalnızca en seçkin öğretmenlerin seçilmesi ücretli bilim profesörleri türünü doğurdu; bunlar 19. yüzyıl boyunca giderek amatör soyluların ya da eski zamanların hükümdarlarının himayesi altında bulunan bilim insanlarının yerini aldılar.

Yeni eğitim kurumlarının yetiştirdiği ilk öğrenciler arasında, yaptıkları çalışmalarla her biri çeşitli alanlarda bilimin ilerlemesine önemli katkılarda bulunacak olan Charles (1746-1823), Gay Lussac (1778-1850), Thenard (1777-1827) gibi isimler vardı. Bu kurumlar, her sınıftan yetenekli gençlere bilim dünyasına adım atma olanağı tanıdı. Fransa bilim alanında 19. yüzyılın ortalarına dek süren egemenliğini bu kurumlara borçludur. Almanya ve İngiltere, Fransa'yı örnek alarak ilerde onun bu egemenliğine son verdiler.

Napolyon: Bilimin hamisi

Devrimin hemen ardından gelen Napolyon döneminde bilimsel atılım aynı hızla devam etti. Daha önceleri de her ne kadar hayırsever hükümdarlar bilimi koruyup kollamışlarsa da Napolyon bilimin yönetimini bizzat kendi üzerine aldı. Sık sık Académie'nin toplantılarına katıldı; tüm bir bilim heyetini kendisiyle birlikte Mısır'a götürdü ve kristallografinin kurucusu Abbe Haüy'den (1743-1822) fizik üzerine bir ders kitabı yazmasını istedi. Her şey bir tarafa, Napolyon bilimsel eğitim görmüş bir hükümdardı ve yüzyıldan daha uzun bir süre onun kadar önemli bir yönetici ortaya çıkmadı. Dolayısıyla, bilim konusunda belli bir fikri vardı. Kurnazca bir burjuva bakış açısıyla da olsa, bilimin kendisinin rejimine ve ordularına pratik yönden yararlı olacağını görmüştü.

Napolyon savaşları, bilim bakımından dolaylı olarak son derece büyük önem taşır. Yeni bir yüzyıla girilirken Sanayi Devrimi henüz Fransa'ya yeni yeni nüfuz etmekteydi. Ancak Fransa, 28 milyonluk nüfusuyla 11 milyonluk İngiltere'ye oranla çok daha kalabalık bir ülkeydi ve sanayi üretimi, İngiltere'deki kadar yoğunlaşmış olmamakla birlikte daha fazlaydı. **5.45.3** Bu nedenle, ordularını savaşmak üzere

Avrupa'nın dört bir yanına seferber etmek gibi daha önce eşi benzeri görülmemiş zor bir işin üstesinden gelebildi. İngiltere'nin, denizcilik alanındaki teknik üstünlüğü sayesinde uyguladığı ambargo o dönemde pek fazla etkili olamadı -ancak uzun vadede Fransa'nın denizaşırı pazarlarını tümüyle yok edecekti. Soda ve şeker girişini engelleyen ambargo, Fransız kimya sanayisini geliştirdi ve Fransa'nın bu alanda otuz yıl boyunca üstünlüğü elinde tutmasına yardımcı oldu. Napolyon savaşları, modern zamanlardaki savaşların aksine bilim alanına kadar yayılmadı; fakat, farklı ülkelerdeki bilim insanlarının bir araya gelmelerini sağladı. Napolyon, elektrokimyasal buluşları nedeniyle Davy'yi ödüllendirmeye karar verdi. Ödülünü almak için Paris'e gitmeye tereddüt etmeyen Davy, salt ülkeleri savaşta olduğu için buna karşı çıkan dar kafalı insanları protesto etti. 5.5

Fransız Devrimi sırasında İngiltere'de oldukça farklı gelişmeler yaşanmaktaydı. Burada, köklü ve canlı bir yenilenme yerine, Kilise'nin ve Devlet'in eski biçimlerine umutsuzca, sımsıkı tutunulduğunu görmekteyiz. Whigler'in özgürlükçü eğilimlerine güçlü bir karşı koyuş vardı. Dinsel muhalefet akılcı deizmden, duygusal metodizme dönüştü. Ancak bunların hiçbiri sanayinin gelişimini engellemedi; İngiltere'nin yanı sıra onun sınai bakımdan geri kalmış müttefikleri için de savaş malzemeleri üretme zorunluluğu, daha büyük pazarlar yaratarak sanayiye ek bir itici güç sağladı.

Kraliyet enstitüsü: Kont Rumford

Kıta Avrupası'nda birbiri ardına yeni bilimsel okullar kurulurken, İngiltere'de bu doğrultuda yalnızca tek bir çaba gösterildi: 1799'da Kraliyet Enstitüsü'nün kurulması. Enstitünün kuruluşuna Amerikalı bir Tory (İngiliz muhafazakar parti üyesi) olmasına karşın Franklin'le aynı pratik yeteneklere sahip bulunan Sir Benjamin Thompson (Kutsal Roma İmparatorluğu'nun Kont von Rumford'u) önayak oldu. Bir demokrasi karşıtı olan Sir Benjamin Thompson eski rejimin ayakta kalması için etkili bir kamu hizmetinin gerekli olduğunu gördü. Bu görüşün doğruluğunu da Fransa tarafından yıkılmadan önce Bavyera Krallığı'ndaki yöneticiliği sırasında kanıtladı. Sokakları di-

lencilerden temizledi ve onları düşkünler evine yerleştirdi; araştırıp bulduğu tutumlu yemek pişirme yöntemlerinde öylesine başarılı oldu ki, buradaki kimsesizlerin günde üç İngiliz meteliğine karınlarını doyurabilmelerini sağladı. Bu iş sırasında ısı iletimi yasalarını buldu ve ısının iş ile üretilebileceğini kanıtladı. İngiltere'ye döndüğünde, geleneklere körü körüne bağlı kalmak yerine, bilimi kendisine temel alan yeni bir teknisyen tipi yaratılmadıkça Sanayi Devrimi'nin başarıya ulaşamayacağını bir bakışta gördü. Bunun için zenginleri krallığın himayesinde bir enstitü kurmak için para koymaya ikna etti. Kendi deyişiyle bu enstitü şu amaçla kuruluyordu:

> ... bilgiyi yaymak, yararlı mekanik buluşları ve yeni gelişmeleri herkese tanıtmak, felsefe dersleri ve deneyler yoluyla günlük yaşamda ortak amaçlar doğrultusunda bilimden yararlanılacağını öğretmek.

Enstitü, kurucusunun hedeflerine uzun süre bağlı kalmadı. Kurumun ilk müdürü büyük bir bilim insanı fakat aynı zamanda züppe ve gösteriş düşkünü bir adam olan Humphry Davy (1778-1829) idi. **5.5** Davy, özellikle 1815'te madenciler için icat ettiği güvenlik feneri ile tanınır; bu alet, Davy'nin hiçbir ücret almadan yürüttüğü sanayi araştırmalarının bir ürünüdür. Bu fener, alevin yol açtığı patlamaları önlemek amacıyla yapılmış olmasına karşın, daha önce girilemeyen gaz dolu maden ocaklarının işletilmesinde de kullanıldı. Böylece, kaza sayısı hemen hemen aynı kalmakla birlikte verim arttı. Davy'nin 1802'de henüz 23 yaşındayken bilimin yararları üzerine verdiği konferansın giriş bölümünde ileri sürdüğü görüşler, yeni çağın ruhunu çok iyi yansıtır. Bu sözler, 19. yüzyılın yaygın inancını dile getirir:

> Mülkiyetin ve emeğin eşitsiz dağılımı, insanlar arasındaki konum farkı ve içinde bulundukları koşulların aynı olmayışı, uygar yaşamdaki güç kaynaklarıdır. Bunlar ilerlemenin itici gücü ve hatta ruhudur. ***5.5***

Bilimin, yararlılığın ve güçlü Tory duygusunun bileşimi olan Kraliyet Enstitüsü'nün soylular ve yüksek tabakadan kimseler için en az opera kadar popüler, gözde bir merkez haline gelmesi şaşırtıcı değildir.

Enstitüyü daha da özel kılmak amacıyla, teknisyenlerin kimseye görünmeden sergi salonuna çıkmalarına izin verilen arka kapı bile tuğlayla örüldü. Fakat enstitü daha da gelişti ve bünyesinde 19. yüzyılın birinci yarısına ait temel bilimsel buluşların pek çoğunun burada geliştiği, büyük maddi destek gören eşsiz bir laboratuvar oluşturdu. Enstitünün eğitimi, verilen konferanslarla sınırlıydı. Bu konferanslar, Davy'nin asistanı olarak enstitüye girip orada bilim öğrenimi gören, tüm zamanların en büyük bilim insanlarından Michael Faraday'ın ilgisini çekmişti ancak dönemin İngiltere'sinin en az Fransa kadar bol miktarda yetiştirebileceği yüzlerce Faraday adayına enstitüde yer yoktu.

Napolyon sonrası gericilik

Aydınlanma hareketi, ilk evrelerinde tüm Avrupa'ya yayılmasına büyük katkı sağlayan Napolyon savaşlarını izleyen gericilik döneminde bir süre yerinde saydıktan sonra, 1820'lerde ciddi bir çöküş yaşadı. Sanayi Devrimi işte bu koşullar altında en çirkin yönünü gözler önüne serdi: İşsizlik ve yoksullaştırma. Egemen sınıflar, gözlerinin önünde bir başka devrimin heyulası ile ayaktakımını baskı altında tutabilmek için maddi ve manevi tüm güçlerini kullanmak zorunda olduklarını hissettiler. İnsanlar gözlerini bir bakıma yapay bir Ortaçağ'a çevirdiler. Din dışı ve devrimci kurumlarıyla akılcı materyalizmin yerini duygusal bir romantizm aldı. Bilimin, uyanmakta olan ulusalcılık ve cafcaflı transendental *Naturphilosophie* [Doğa Felsefesi] ile birleştiği Almanya dışında, bilime duyulan ilgide geçici bir düşüş görüldü. Savaşlar azaldığından, sanayi bilime pek fazla gerek duymaz oldu. Fransa'daki Restorasyon yönetimi ve Kutsal İttifak döneminde ise bilime duyulan ihtiyaç yok denecek kadar azdı. Yine de bu düşüş, 18. yüzyılın son yirmi yılındaki muazzam canlılığın yanında yalnızca göreli bir düşüştü. Bu yıllar içinde öyle çok şey yapılmıştı ki, bilim yeni sanayi kollarında durgunluğun 18. yüzyıl başlarındaki kadar ciddi ya da uzun süreli olmasına izin vermeyecek ölçüde yerleşmişti. Bilim ruhunun yok edilmesi de o kadar kolay değildi artık. İngiltere, Fransa ve Almanya'da bilim insanları ve bilim

yandaşları gericiliğe rağmen yeniden canlanan liberal reform hareketinin öncüleri oldular.

8.4. SANAYİ DEVRİMİ'NDE BİLİMİN NİTELİĞİ

1760–1830 yılları arasındaki 70 yıl, özellikle de bunun 1770–1800 yılları arasında kalan 30 yılı dünya tarihinde kesin bir dönüm noktasını oluşturur. Bu yıllar, makineleşmenin sağladığı yeni olanakların yeni, üretken bir sanayi çerçevesinde ilk kez gerçeğe dönüştürülmesine işaret eder. Bu adımlar bir kez atıldıktan sonra 19. yüzyılda sanayi ve bilimdeki muazzam gelişme kaçınılmaz oldu. Yeni sistem eskisine oranla o kadar etkili ve ucuzdu ki aralarında ciddi bir rekabet olması olanaksızdı. Dolayısıyla bir geri dönüş de mümkün değildi. Er ya da geç, dünyadaki tüm insanların yaşam tarzı bütünüyle değişecekti. Kritik geçiş dönemi, teknik alanda İngiltere'de 1760'lı yıllarda; ekonomik ve siyasal alanda ise bir otuz yıl sonra Fransa'da, teknolojik ve ekonomik değişimlerin bir birikimi olarak ortaya çıktı. Bu değişimler kolay olmadı; bu dönemin eşi görülmedik bir savaşlar ve devrimler dönemi olması tesadüf değildir.

Bilimde 18. yüzyılda gerçekleşen değişimler de devrimci nitelik taşırlar; pnömatik devrim kavramı bunların yalnızca bir yönünü kapsar. Geleneksel bilim tarihçelerinde bu değişimler çoğunlukla antik bilimin Kopernikçi-Galileocu-Newtoncu yadsınmasının yalnızca bir uzantısı olarak tanımlansalar da, bu yaklaşım olsa olsa tarihçilerin klasik gelenek tarafından nasıl hipnotize edilmiş olduklarını gösterir. 17. yüzyıl, Yunanlıların problemlerini yeni matematiksel ve deneysel yöntemlerle çözmüştü. 18. yüzyılın bilim insanları bu yöntemleri kullanarak Yunanlıların akıllarına bile gelmeyen problemleri çözdüler. Ama bununla da kalmadılar; bilimi sağlam bir biçimde üretim mekanizmasıyla birleştirdiler. Güç mühendisliği, kimya ve elektrik aracılığıyla bilim artık sanayinin ayrılmaz bir parçası oldu. İlk adım, denizciliğin hizmetindeki bilimin astronomiye yaptığı katkılarla 17. yüzyılda atıldı. Bununla birlikte, bilim klasik çağlarda nasıldıysa büyük ölçüde yine öyle kaldı: Egemen sınıfların çıkarlarına hizmet eden düşünceler/görüşler çerçevesinin gizemli bir parçası –ideolojik üst

yapının bir parçasıydı. Gerçek anlamda sanayiye bir katkısı olmadı. Şimdi ise 19. yüzyılın şafağında akademik niteliğini yitirmeksizin insanlığın üretici güçleri arasında bu yapının en önemli unsurlarından biri haline gelecekti. Bu, ilerde göreceğimiz gibi doğumuna yardımcı olan kapitalizmin toplumsal biçimlerinin sürdürülmesine yazgılanmış, önemi giderek artan kalıcı bir unsur oldu.

Devrimler çağı, dönemin bilimsel buluşları veya teknik icatlarıyla karşılaştırıldığında düşünce alanı açısından pek önemli değildir. 1760–1830 yılları arasında birbiri ardı sıra ortaya çıkan gelişmeler ve gerçekleşen dönüşümlerin sindirilebilmesi için zamana ihtiyaç vardı. Düşünce dünyası açısından çağ, bir dönüm noktasındaydı. Devrimlere esin kaynağı olan fikirler Fransız *filozofları* Voltaire ile Rousseau'nun fikirleriydi. Onlar da insana olan duygusal inanca dayalı, Kilise ile Kral'ın vurdukları pranga bir kez gevşetildikten sonra özgür kurumlar ve eğitim aracılığıyla insanın kusursuz hale gelebileceği biçimindeki bu fikirleri, Newton ve Locke'dan miras almışlardı. Bu fikirler Almanya'da, bilimin başarıları ile vicdanın aydınlığını tek bir sistem içinde kaynaştırmayı amaçlayan Kant'ın (1724-1804) derin düşüncesinde yankısını bulacaktı.

19. yüzyılda ortaya çıkan düşünceler, Sanayi Devrimi'nin zorlu deneyimleri ile kültürlü ve mülk sahibi kimselerin özgürlük, eşitlik ve kardeşlik şiarını yaşama geçirme konusundaki gönülsüz tutumlarına dayanıyordu. Aydınlanma çağının toplumsal felsefesini Fransız Devrimi sırasında yaşama geçirme çabası, ciddi sınırlamaları su yüzüne çıkardı. Yeni fikirlerin, nüfusun büyük çoğunluğunu oluşturan işçi ve köylülerin yaşamlarıyla çok az ilgisi bulunduğu açığa çıktı. Devrime güç kazandıran onlar, yani *halktı*; fakat devrimin en yakın hedeflerine -bireysel para kazanma girişiminin önündeki feodal engellerin ortadan kaldırılması hedefine- ulaşılır ulaşılmaz aynı halk birdenbire mülk sahiplerini -ülkede yatırımları bulunan kimseleri- sürekli tehdit eden *ayaktakımı* oluverdi. Önceleri moda olan bilim, eğitim ve liberal teoloji artık tehlikeli düşüncelerdi. Godwin'in (1756-1836) iyimserliği ile Malthus'un (1766-1834) insanlığın geleceğiyle ilgili korkutucu karamsarlığı karşılaştırıldığında yaşanan hızlı dönüşüm kolayca görülecektir.

Düşünce alanındaki tek köklü ilerleme, çağın büyük değişimlerinin doğrudan sonucu olan toplumsal ilişkilerdeki tarihsel ve dönüşü olmayan unsurun kavranmasıydı. Resmi Newtoncu liberal anlayışa göre, güneş sisteminden çıkarak insan ve toplum yaşamını kapsayacak ölçüde yayılan Doğa Yasaları'nın sonsuza dek hüküm süreceği düşünülüyordu. Yapılması gereken tek şey bu yasaların neler olduğunu bulmak ve sanayiyi, tarımı ve toplumu bu yasalara göre düzenlemekti. Fransız Devrimi'nin *akıl çağını* kurumlaştırmadaki başarısızlığı, bunun alternatifi olan evrimci gelişme görüşüne mevzi kazanma şansı tanıdı. Vico (1688-1744) gerçekten de 18. yüzyıl başlarında insan topluluklarıyla ilgili olarak bu görüşten söz etmiş ve daha sonra Buffon (1707-1788) ve Erasmus Darwin (1731-1802) organizmaların ve hatta yeryüzünün bile evrimci bir tarihi olduğunu öne sürmüşlerdi. Ancak bu görüşleri felsefi bir sistem içine oturtma işi Hegel'e (1770-1831) kaldı. Doğa ve toplumdaki evrimci mücadelelerin sonuçları ise yüzyılın ikinci yarısında Charles Darwin (1809-1892) ve Karl Marx (1818-1883) tarafından ortaya konacaktı.

8.5. 19. YÜZYILIN ORTALARI (1830-1870)

18. yüzyılda makineli sanayinin ortaya çıkışını belki yalnızca meraklılar ve uzak görüşlüler fark edebilmişti; ama 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, onun etkileri dünyanın en uzak köşelerinde ve en dikkatsiz kimseler tarafından bile hissedilebiliyordu. Sadece önceki icatların derecesinin artırılıp kapsama alanının genişletilmesiyle, yeni sanayileşen ülkelerde yaşayan on milyonlarca insanın hayatında tam bir değişim gerçekleşmişti. Nüfusları hızla çoğalan yeni büyük kentler ortaya çıkmış; sanayinin gelişmesine paralel olarak sanayi merkezlerini birbirine bağlayan demiryolları ile sanayi için gerekli hammaddeleri toplayan ve ürünleri en uzak pazarlara taşıyan buharlı gemiler gibi yepyeni ulaşım araçları yapılmıştı. 18. yüzyıl nasıl *üretimin* anahtarını bulmuşsa, 19. yüzyıl da *ulaşımın* anahtarını bulacaktı. İnsanların yaşam koşullarında böylesine köklü ve hızlı bir değişime daha önce asla tanık olunmamıştı. Sanayinin ulaştığı her yerde eski feodal toplumsal ilişkiler yok oldu. Nüfusun büyük bir

bölümü ücretli işçilere dönüştü. Bütün ekonomik ve siyasal inisiyatif yeni kapitalist *girişimciler* sınıfının eline geçti. Devlet aygıtı içinde bile feodal gericiliğin kalıntıları Fransa'da 1830 devrimi, İngiltere'de ise 1832 Reform Yasası 5.95 ile kolayca süpürülüp atıldı. Marx'ın deyişiyle, devlet, "egemen sınıfın yürütme komitesi" haline geldi. Artık ayrıcalıkları yasayla korumaya pek de gerek yoktu; mülkiyet bir kez güvence altına alındı mı, ekonomik sistemin işleyişi herkese hak ettiğini verecekti.

Servet hiçbir zaman bu kadar kolay biriktirilmemiş, sefalet hiçbir zaman bu kadar yaygınlaşmamıştı. Mühendisliğin yeni zaferleriyle birlikte, hiçbir uygarlığın daha önce asla karşılaşmadığı hava kirliliği, kasvet ve çirkinlik gibi sorunlar ortaya çıkmıştı. Bilim, bilinen etkinliğini ve önemini işte bu dönemde kazandı. Gerçekten de daha önce gördüğümüz gibi, henüz yüzyıl başlamadan önce bilim yeni sanayi dallarının ayrılmaz bir parçası olmuş ve yüzyıl ilerledikçe bilimin hizmet alanları giderek genişlemişti. Bilim geliştikçe, kaçınılmaz olarak kapitalizmin egemen toplumsal güçlerinden doğrudan etkilenmeye başladı.

1830'lara gelindiğinde gücün mevki sahiplerinden servet sahiplerine geçtiği ve hatta bu geçişin zorunlu olduğu kavranmıştı. Fransız Devrimi sırasında bunun sınırlarının zorlanıp aşıldığı doğruydu; ama şimdi, ideal anayasal demokrasiye ulaşılınca, daha başka köklü değişimlere hatta toplumdaki suistimallere yönelik köklü bir eleştiriye bile karşı çıkmak için her türlü gerekçe vardı. Geçmişte bilim böylesi eleştirilerin başlıca kaynağı olmuştu; oysa şimdi bilim insanı olsun olmasın hemen herkes, bilim artık yerleşmiş bir kurum olduğundan, onun eleştirel ve dinsiz yanının pekâlâ bir kenara bırakılabileceği görüşündeydi.

Yararcılar

Tıpkı 17. yüzyıl ortalarında olduğu gibi, bir kez daha gerekli olan tek şey bilimsel görüşleri olası toplumsal içeriğinden koparmak; bir "saf bilim" anlayışı oluşturmak ve böylece bilimi yeniden saygın hale getirerek gelişip serpilmesini, hatta gerçek anlamda kâr sağlayan

bir kurum haline gelmesini sağlamaktı. Bu dönüşüm büyük ölçüde 18. yüzyıl *filozoflarının* gücünü yitirmiş izleyicileri olan Yararcılar tarafından gerçekleştirildi. Bunlar bilinçli bir biçimde Adam Smith ve Jeremy Bentham'ın gösterdiği yolda ilerleyerek toplumun eski, geleneksel kötülüklerini yasalarla ortadan kaldırmayı ve böylece kapitalistleri tamamen özgür bırakmayı kendilerine görev edindiler. Onlara göre, "mümkün olan en çok sayıda insanın, mümkün olan en büyük mutluluğa erişmesi" ancak bu yolla, Ricardo (1772-1823) ve J. Stuart Mill (1806-1873) tarafından ortaya konan ekonominin demir yasalarının gözetiminde sağlanabilirdi. O çağda bu insanlar, özgürce sözleşme yapabilen bağımsız bireylerden oluşan toplumun ölümsüz yasalarının sonunda bilim tarafından tüm çıplaklığıyla ortaya konduğundan son derece emindiler. Yeni peygamberlerine tüm benlikleriyle inanan sermayenin altın çağının girişimcileri de onların ne kadar haklı olduklarını kanıtlamak için kolları sıvadılar. Ufak tefek birkaç başarısızlığın dışında 1830-1870 yılları arasında üretimde görülen bu büyük patlamada bilim küçük ama yaşamsal ve giderek büyüyen bir paya sahipti.

Bu dönem aşırı zenginliği ve ezici sefaletiyle birlikte kapitalizmin altın çağıydı. 1851 Fuarı'nın olduğu kadar Çartistler'in ve Aç Kırklar'ın da dönemiydi. Kapitalizm gerçekten de Marx'ın 1848'de öngördüğü gibi, sonradan kazanacağı güçle kapitalizmin egemenliğine son verecek olan mülksüzleştirilmiş işçi sınıfını ortaya çıkardı. Ama o günlere daha çok vardı; her ne kadar yaşam koşullarının iyileştirilmesi uğruna yürütülen mücadele hiç kesilmediyse de artan üretim ve genişleyen pazarlar uzun süre kapitalistlerin, gerektiğinde işçi sınıfının yaşam koşullarını iyileştirecek ödünler verebilmelerini mümkün kıldı.

19. yüzyılın ortaları 18. yüzyıla oranla köklü teknik değişimlerin gerçekleştiği bir dönem değildi. Yine de bu dönemde, her zamankinden daha büyük bir ölçekte uygulanmakta olan imalat yöntemleri sürekli olarak geliştirildi. Yeni rakipler ortaya çıkmasına karşın İngiltere bu alanda Sanayi Devrimi sırasında kazanmış olduğu üstünlüğü koruyor hatta daha da pekiştiriyordu. İngiltere, bir süre sözcüğün gerçek anlamıyla dünyanın fabrikasıydı. Yeni makineler-

le üretilen malların, özellikle de tekstil ürünlerinin ucuzluğu pazarların on yıllar boyunca âdeta sınırsızca genişlemesine yol açtı. Bu pazarı doyurmak için var olan makinelerin sürekli olarak çoğaltılması ve geliştirilmesi yeterliydi. Bu yüzden, üretim sürecinde yeni makinelere şiddetli bir gereksinim yoktu. Öte yandan, *iletişimin* ve *ulaşımın* hızlandırılması ihtiyacı her geçen gün artmaktaydı. *Telgraf*, yeni elektrik biliminin büyük ölçekli ilk pratik uygulaması oldu. Somut olarak daha da önemlisi, *demiryolu* ve *buharlı gemi* aracılığıyla ulaşımda güçten yararlanılmasıydı. Bilim burada yalnızca yardımcı bir rol oynamaktaydı.

Mühendislerin yükselişi

Bunların her ikisi de -demiryolu ve buharlı gemi- yeni bir meslek olan makine mühendisliğinin doğrudan ürünüydüler. Demiryolu ve buharlı gemi yapımını olanaklı kılan ise artık kömür ısısıyla eritilen ve geçmişe oranla kat be kat büyük ölçeklerde üretilen demirin bol ve ucuz olmasıydı. Modern mühendislerin ortaya çıkışı yeni bir toplumsal olguydu. Bunlar eski askeri mühendislerden çok zanaatçılığın geçer akçe olduğu günlerdeki değirmen ustalarıyla metal işçilerinin mirasçısı ve izleyicisiydiler. Bromah (1748-1814), Maudslay (1771-1831), Muir (1806-1888), Whitworth (1803-1887) ve büyük George Stephenson (1781-1848); hepsi de bu türden insanlardı. 5.78-80 19. yüzyılın ortalarında, bilimsel uygulamaların gelişimi bilimin kendi gelişimine oranla öylesine hızlıydı ki, bu uygulamalar üzerine kafa yormak ve onları daha da geliştirmek pratik kimselerin eline kaldı. Bu insanların çoğu -yalnızca içlerinde Richard Trevithick (1771-1833), George Stephenson ve I. K. Brunel (1806-1859) en büyük ustalar istisnaydılar- söz konusu uygulamaları tıpkı öncelleri gibi deneme yanılma yöntemleriyle ele aldılar ve doğrudan bilimden gelen devrimci yenilikler üzerine evrimci bir teknik gelişmeyi oturtmaya çalıştılar. Dolayısıyla, örneğin pistonlu buhar makinesi iki yüzyıllık bir gelişmeye rağmen esas olarak 1875'te Boston ve Watt'ın atölyelerinden çıkan makinenin aynısıdır.

Demiryolları ve buharlı gemi

Demiryolu aslında kömür madenciliğinin bir ürünüydü. Tekerleklerin üzerine bir motor koyup onu *lokomotife* dönüştüren büyük yenilik de çok başarılı bir biçimde yine madenlerde uygulandı. Demiryolu çağı başlamıştı; önce 1830'lu ve 40'lı yıllarda İngiltere, sonra yüzyılın devamında ise dünyanın geri kalanı demiryolu ağlarıyla örüldü. Demiryolları aynı zamanda Macadam ve Rennie gibi 18. yüzyılın kanal, köprü ve yol yapımcılarının geleneğini sürdüren eski inşaat mühendisliğinde de muazzam bir gelişmeye yol açtı. Bu ilgi, tünel açma işlemi sırasında kesilen kayaların yapısının öğrenilmesini sağladı ve aynı zamanda kadastroculuk mesleği ile coğrafi ve jeolojik bilimlere yeni bir gelir kaynağı kazandırdı.

Telgraf

Demiryolu ile buharlı geminin ulaşım alanında sağladığı gelişme, haberleşmenin de hızlandırılmasını teşvik etti. Bulunan pek çok işaret tepesinin de tanıklık ettiği gibi, haber iletme ihtiyacı insanlığın ortaya çıkışından bu yana varolagelmiştir. Ne var ki büyücülüğü ve telepatiyi bir tarafa bıraktığımızda, uyarı çağrıları dışında bunu gerçekleştirecek bir araç yoktu. Savaş gereksinmeleri bile aktarmalı semafor telgrafından daha gelişkin bir yol ortaya çıkaramamıştı. Ancak bir süredir elde elverişli olanaklar bulunmaktaydı. Daha 1737'de, mesajların birkaç mil uzağa iletilmesinde elektrikten yararlanıldı. Ne var ki statik elektrikten yararlanmak güç olduğu gibi sonuç da güvenilir olmaktan uzaktı. Demiryollarının ortaya çıkışı ile Oersted'in elektriğin pusula üzerindeki etkisini keşfetmesinin aynı zamana rastlaması, ihtiyacın en fazla olduğu bir dönemde ucuz ve kusursuz bir yöntemin bulunmasını ve elektromanyetik telgrafın icat edilmesini sağladı.

Pek çok mucidin (örneğin Morse, Wheatstone vb.) aynı anda işe koyulmasına neden olan gerçek güdü, genel bir toplumsal iletişim ihtiyacı değil, taşınabilir malların fiyatları veya devlet tahvilleriyle ilgili haberlerin parasal değer taşıyor olmasıydı. Haber, para demekti; haberleri hızla iletmeyi sağlayan araç ise elektrikli telgraftı.

Kısa mesafeli telgraf, yalnızca basit bir alfabetik şifre gerektiren, elektriğin doğrudan kullanıldığı bir aletti. Ne var ki çok daha uzak mesafeler arasında ve daha hızlı bir iletişim kurulması gerekiyordu ve bu ihtiyaç günümüze gelinceye dek fizikçilerin tüm yeteneklerini ortaya koymalarını zorlayarak daha köklü bilgilerin edinilmesini ve daha hassas aletlerin yapılmasını sağladı. Özellikle Wall Street'i Londra Borsası'na bağlayan Atlantik telgraf hattının 1866'da açılması, çağın en büyük fizikçilerinden biri olan William Thomson'un (Lord Kelvin) (1824-1907) dehasının eseridir. Bilimin genel durumu açısından daha da önemli olan, telgrafın eğitim görmüş elektrikçilere ihtiyaç doğurması ve böylece 19. yüzyıl sonlarında kaydedilen ilerlemelerin çoğunun temelini oluşturan teknik okulların ve üniversitelerde fizik bölümlerinin açılmasıydı.

1850'lere gelindiğinde bilim artık meyve vermeye başlamıştı. Büyüyen tekstil sanayisinin soda ve sülfirik asit ihtiyacı temelinde yeni bir kimya sanayisi yükseliyor; anilin boyaların keşfi organik kimyanın geleceğini güvence altına alıyordu. Suni gübrelerin 5.4 kullanılması yoluyla tarımın geliştirilmesinde bilimden, özellikle de kimyadan yararlanılmaya başlanmıştı. Biyoloji de geleneksel tarım alanının dışında yeni uygulama alanları bulmaktaydı. Kimyager Pasteur (1822-1895) bira ve şarap üretimini geliştirecek yeni yollar buluyor ve bulaşıcı hastalıklara karşı ilk başarılı saldırısını gerçekleştiriyordu. Pasteur'ün üzerinde çalıştığı ilk hastalık insanlara değil ekonomik bakımdan büyük önem taşıyan ipekböceğine özgü bir hastalıktı.

İlk kez, canlı süreçlerin geleneksel değil bilimsel bir denetim altına alınması olanağı doğdu. Tıp bile çağa ayak uydurmaya ve istemeyerek de olsa yeni kimyadan anestezi gibi armağanlar kabul etmeye başladı. Ne var ki gerçekte sanayi ülkelerinde yaşayan insanların sağlığı yoksulluk, aşırı nüfus ve genel olarak *laisser-faire* ekonomisi yüzünden belki de tarihin önceki dönemlerinde görülmedik ölçüde bozulmuştu. Ulaşımın kolaylaşmasıyla birlikte doğudan getirilen öldürücü kolera salgınının önü bir türlü alınamadı. Pek çok cana mal olan bu felaketlerin kendilerini de tehdit ettiğini gören orta sınıf, korumacı halk sağlığının gereğini anladı ve kenarmahallelerdeki acımasız ev sahiplerinin uygulamaları biraz olsun denetim altına alındı. *5.77a*

Bilimin örgütlenmesi

Bilimin uygulandığı veya öğretildiği kurumlar, bilimin ekonomik yaşamda yerine getirdiği işlevine karşılık gelecek bir durumda değildi. Bu özellikle bilimin en geniş uygulama alanı bulduğu yer olan İngiltere için geçerliydi. 5.7 1830 yılında Charles Babbage (1792-1871) önderliğinde bir grup genç İngiliz bilim insanı, hem hükümetin hem de onun bilim alanındaki temsilcisi olan Kraliyet Akademisi'nin yeni ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalmaları üzerine seslerini yükseltmeye başladılar. Babbage, *Bilimin Gerilemesi ve Bunun Nedenleri Üzerine Düşünceler* 5.14 adlı kitabında Akademi'nin üst düzey memurlara özgü kapalı bir kurum haline geldiğinden, üyelerinin büyük çoğunluğunun bilim hakkında yalnızca üstünkörü bir bilgiye sahip olduklarından ve hatta bilimi destekleyenler arasında bile yer almadıklarından söz ediyordu. Havada reform kokusu vardı var olmasına ama, Akademi işi ağırdan aldı. Babbage'ın talep ettiği değişiklikler, üyeliğe sınırlama getirilmesiyle onun ölümünden birkaç yıl sonra gerçekleştirilebildi. ***4.6***

Britanyalı birliği

Babbage haklı olarak sabırsızlanmaktaydı ve 1831'de arkadaşlarıyla birlikte bilim adına hareket edip söz söyleyebilecek ikinci bir dernek olan *Bilimin İlerlemesi İçin Britanyalı Birliği*'ni kurdu. Bu dernek, Lorenz Oken'in (1779-1851) 1822'de Almanya'da kurduğu *Deutcher Naturforscher Versammlung*'u kendisine örnek almıştı. Oken, en ateşli ve hayalci *"doğa filozofları" ndan biri* olmasına karşın, çıkardığı *Isis* adlı derginin sansürlenmesine razı olmaktansa, 1819'da Jena'daki kürsüsünü bırakmayı yeğleyecek kadar da kararlı bir liberaldi. Onun başlattığı hareket, aslında 19. yüzyılın ortalarındaki büyük bilimsel Alman Rönesansı'nın habercisiydi. 5.85 Britanyalı Birliği de kendi yolunda bir o kadar başarılıydı. Hiçbir zaman Kraliyet Akademisi kadar saygın olamadıysa da Birleşik Krallık'ın her kentinde hatta sömürgelerinde bile toplantılar düzenlediğinden Kraliyet Akademisi'nden çok daha fazla tanınır oldu. Bu toplantılar çağın bütün büyük bilimsel tartışmalarının, özellikle de Bilim ile Din arasında-

ki çatışmanın yürütüldüğü bir savaş meydanıydı. Bu çatışma, Huxley'in Oxford'da 1860'da Piskopos Wilberforce'a verdiği sert yanıt ve Tyndall'in yaşamın cansız maddeden türemiş olabileceği görüşünü ileri sürdüğü 1874 Belfast Konferansı'yla doruğuna ulaştı. Topluluk, bir yandan bilimi yaygınlaştıran, bir yandan da ulusal çıkarlar doğrultusunda araştırmalar yürüten ve böylesi araştırmaları destekleyen bir dernekti. Örneğin sismoloji, med-cezir, meteoroloji, manyetizma, elektrik standartları, jeoloji ve biyoloji üzerine yürütülen çalışmaları derinleştirme görevi üstlendi. Başka yerlerde hükümetin sorumluluk alanında bulunan çalışmalar, burada özel teşebbüs yoluyla topluluk tarafından yürütülmekteydi. Yüzyılın sonunda, topluluğun sırtlandığı yük altından kalkılamayacak kadar ağırlaştı ve nihayet Ulusal Fizik Laboratuvarları gibi kurumların ortaya çıkmasıyla yükünü onlara devretti. Topluluğun, doğurduğu sonuç bakımından en önemli çalışmalarından biri, Justus von Liebig'i (1803-1873) tarımsal kimya üzerine bir rapor hazırlaması için görevlendirmesiydi. Büyük kimyagerin bütün dikkatini yiyecek üretimi konusundaki pratik sorunlara yönelten bu görev, toprak kimyasının ve beslenme bilgisinin başlangıç noktası oldu.

Böylesi çalışmalar yeni sanayi burjuvazisinin bilimi kendi ellerine alma ihtiyacını ve yüzyılın başlarında bilimi tekellerine alan üst sınıfların ve üniversitenin egemenliğine son verme çabasını yansıtıyordu. Yüzyılın ortalarına gelindiğinde bu çabalarında büyük ölçüde başarıya ulaşmışlardı. Bilimin yeni önemi kurumsal olarak tanınmıştı.

Bilimsel topluluklar

17. ve 18. yüzyılda ihtiyacı karşılayan genel topluluklar, yeni bilim alanlarının ortaya çıkmasına neden olan ve uzmanlaşmayı gerektiren yeni bilgi seliyle başa çıkamıyorlardı. Fransa'da, İngiltere'de, İskoçya'da, Almanya'da ve daha başka yerlerde kimya, jeoloji, astronomi vs. toplulukları kuruldu. Bunların her biri kendi alanlarına özgü bilimsel yayınlar çıkarıyorlardı. Ayrıca, mühendisler de dernekler kurarak birleşmeye başladılar.

Üniversitelerde bilim

İngiliz ve Fransız üniversitelerinin yeni bilime karşı iki yüzyıldır sürdürdükleri muhalefet de yine 19. yüzyılın ortalarında çözülmeye başladı. İngiltere'de bu süreç kısmen Londra'da ve diğer sanayi kentlerinde sonradan üniversitelere dönüşecek olan yeni kolejlerin kurulmasıyla; kısmen de var olan üniversitelere yeni bölümlerin eklenmesiyle gerçekleşti. **5.90a** Yüzyılın başlarında İngiltere'deki büyük bilim insanlarının hepsi değilse de pek çoğu ya amatördüler ya da Davy ve Faraday gibi çıraklıktan yetişmişlerdi; oysa, yüzyılın ortalarına gelindiğinde, Kıta Avrupası'nda çoktandır bilinmekte olan üniversite profesörleri İngiltere'de de bilim insanı olmaya başladı. **5.42a** 1851 yılında düzenlenen Büyük Fuar bilimin, buluşların ve imalatın birliğinin sembolüydü. Fuardan elde edilen gelirin bir bölümü Güney Kensington'da bilimsel bir eğitim merkezi olan Kraliyet Bilim Koleji'nin kurulması için ayrıldı. Fransa'da ise kesin adım École Polytechnique'in ve Ecole Normale Superieur' ün kurulmasıyla çok daha önceden atılmıştı. Bilimi düzenli üniversite yaşamı ile kaynaştırıp onun ayrılmaz bir parçası haline getirme işinde başı çeken ülke Almanya oldu. Alman üniversiteleri gerçekten de 18. yüzyıldaki Aydınlanma döneminde reformlara başlamışlardı. Öncülüğü, 1736'da Hanover dominyonunda II. George tarafından kurulan Göttingen Üniversitesi yaptı. 1830'lardan sonra farklı Alman devletlerinin üniversiteleri, bilim kürsüleri ve yavaş yavaş da olsa eğitim laboratuvarları kurma konusunda birbirleriyle yarış etmeye başladılar. Liebig'in Giessen'deki laboratuvarları bunun ilk örneğiydi. Almanya bilimsel harekete katılmakta geç kalmıştı; Alman bürokrasisi Fransız ve İngiliz bürokrasisine oranla daha disiplinli ve merkeze daha bağımlıydı. Kişisel girişimcilik yönünden eksikliklerini ise örgütlenme yoluyla tamamlıyordu. Yüzyılın ortalarına gelindiğinde Almanya artık gereksinmelerini karşılamak üzere sınırlarının çok ötesine eğitimli bilim insanları, ders kitapları ve bilimsel araç-gereçler gönderebiliyordu. Bu durum daha sonra artarak devam edecekti.

Bütün bu değişiklikler bilimsel çalışmanın gerek hacminin, gerek saygınlığının muazzam bir biçimde artmasını sağladı. Bilim giderek

daha resmi bir örgütlenmeye kavuştu. Bilimsel uğraş, hukuk ve tıp gibi eski mesleklerle karşılaştırılabilecek bir meslek haline geldi. Ne var ki böylece eski bağımsızlığını ve amatör konumunu da büyük ölçüde yitirdi. Üniversitelerin bilimi dönüştürdüğü kadar, bilim üniversiteleri dönüştüremedi. Bilim insanı, putları yıkan o ileri görüşlülüğünü gün geçtikçe yitirerek büyük bir geleneği sonraki kuşaklara aktaran bir alim durumuna geldi. Özellikle, bilim insanlarının liberal hareketle birleştiği ilk ülke olan Almanya'da, 1848 bozgununun ardından bilim insanları, resmi devlet mekanizmasının en sadık destekleyicileri arasında yerlerini aldılar. 5.3

Orta sınıf ve popüler bilim

Bilim uzun yıllar boyunca orta sınıfların seçkin bir tabakasının -Avrupa'da onlara verilen isimle liberal entelijensiya'nın- tekelinde kaldı ve kaçınılmaz olarak onların dünya görüşü ile sınıflanıp, bu anlayışın rengini aldı. 19. yüzyılın ortalarında bunlar artık kamu hizmetlerini küçümsemiyorlar ve zamanın büyük sanayi hareketlerine ilgi duyuyorlardı. İlerlemenin kaçınılmazlığına inançları tamdı; ama bu ilerlemenin tatsız ve tehlikeli sonuçları karşısında en ufak bir sorumluluk üstlenmekten kaçınıyorlardı. Ne var ki servetleri ve otoriteleri giderek artmasına karşın, siyasi ve ekonomik konumlarında göreli bir düşüş gözlendi. Sanayi ve finans iktidarı ele geçirme bakımından bilime oranla çok daha hızlı ilerlemişti. 18. yüzyılda önde gelen bilim insanları sanayicilerle içli dışlıydılar; oysa 19. yüzyılda bunların büyük çoğunluğu ne servet veya güç sahibi olabilmişler ne de bunu ciddi biçimde arzulamışlardı.

Doğrusu 19. yüzyılda gösterdiği bütün gelişme ve büyümeye rağmen bilim, orta sınıfların dışına -gerek yukarı gerekse aşağı tabakalara- çok az nüfuz edebildi. Daha önce de değindiğimiz gibi, yüzyılın hemen başında Kont Rumford'un teknisyenleri eğitmek amacıyla bir enstitü kurma çabaları birkaç yıl sonra soyluların ve aydınların bilimsel toplantı ve ziyafetlerle gönül eğlendirdikleri Kraliyet Enstitüsü'nün kurulmasıyla sonuçlanmış; böylece aynı kurum içinde iyi bir araştırma laboratuvarı ise ancak tesadüfen kurulmuş oldu. Diğer

teknisyen enstitüleri asıl amaçlarında daha başarılı oldular; özellikle de Londra'da kurulan ve daha sonra Birkbeck Koleji'ne dönüşecek olan enstitü, başarılarıyla öne çıktı. Ne var ki bu enstitüler ve onlarla birlikte Thomas Henry Huxley gibi seçkin bilim insanlarının aşağı tabakalara verdikleri konferanslar, Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkardığı yeni işçi sınıfının çok küçük bir bölümüne ulaşabildi. Teknik eğitime gelince; 20. yüzyıla varana dek makineli sanayinin beşiği olan İngiltere'de bile bunun varlığından söz edebilmek güçtür. 5.3 Bir yolunu bulup orta sınıfa dahil olmayanların -ya da olamayanların- bilimi ve teknik yenilikleri genel olarak ücretlerin düşürülmesini sağlayan ve işsizlik üreten bir araç olarak görmeleri hiç de yersiz değildi.

Robert Owen'ın öncü deneylerinin habercisi olduğu, "bilimin yeni güçlerinin, işçi sınıfının kapitalizmin acımasız düzeninden kurtulmasını mümkün kılacağı" görüşü ilk olarak Marx tarafından *Komünist Manifesto*'da açık bir biçimde dile getirildi ve sonra *Kapital*'de ayrıntılı olarak açıklandı. Fakat bu öğretinin etkisi ancak bir sonraki yüzyılda hissedilecekti.

8.6. BİLİMİN 19. YÜZYILDA GÖSTERDİĞİ GELİŞME

19. yüzyılın ortalarında bilim öylesine geniş bir cephede ilerlemeler gösterdi ki, birkaç sayfa içinde bu gelişmelerin hepsinden söz etmemiz olanaksız. Burada yalnızca en önemlilerine değinmekle yetineceğiz. Fizik, kimya ve biyoloji bilimleri geliştiler ve her üçü de kendi içinde alt bölümlere ayrıldılar. Doğanın ve tekniğin tüm alanlarında, Bacon'un düşlediği ama gerçekleştiremediği, 17. ve 18. yüzyıllardan miras kalan gözlem, deney ve hesaplama disiplinleriyle eğitilmiş beyinler tarafından yürütülen büyük bir araştırma vardı. Daha önce geliştirilmiş olan tüm bilim dalları, kendi çözümlemelerini derinleştirmeyi ve uygulamada yeni çözüm yolları aramayı sürdürdüler.

Kimyanın zaferi

19. yüzyılda bilim demek özellikle kimya demekti. Bunun başlıca nedeni, kimyanın yüzyıl boyunca sanayinin en önemli kolu olan

tekstil alanında en önde gelen yardımcı bilim olmasıydı. İleride yeri geldiğinde söz edeceğimiz gibi kimya, atom teorisinin sağlam devrimci temelleri üzerinde yükseldi ve kısa sürede her türlü maddeyi inceleyebilecek duruma geldi. Burada önemli olan, yüzyıl ilerledikçe kimyanın imalat sanayisinin her ürününe mecazi anlamıyla olduğu kadar sözcüğün gerçek anlamıyla da rengini vermesiydi. Yeni ucuz sentetik ürünler -çoğunlukla kömür katranından elde edilen karışımlar, parfümler, boyalar- yeni pazarların ihtiyacını karşılayamayacak kadar az ve pahalı olan doğal ürünlerin yerini almaya başladı. Kimyasal araştırmaların merkezinin, kimyanın doğum yeri olan İngiltere'den çıkarak, sistemleştirilip geliştirildiği Fransa üzerinden çok çeşitli alanlarda ondan yararlanılan bir ülke olan Almanya'ya doğru kayması da bu dönemde gerçekleşti. Bu geçişin uğursuz sonuçları ise bir sonraki yüzyılda ortaya çıkacaktı.

Enerjinin korunumu

Eski ve yeni bilim dallarındaki bu canlı gelişmenin ortasında, iki büyük genelleme, 19. yüzyılın en önemli katkıları olarak öne çıkar. Bunların ilki fizik alanındaki *enerjinin korunumu* ilkesidir; diğeri ise biyoloji alanındaki *evrim*. Enerjinin korunumu öğretisi, ileride göreceğimiz gibi, Carnot'tan Helmholtz'a varıncaya kadar pek çok bilim insanının, evrensel bir ilke olarak farklı enerji türlerinin birbirlerine dönüşebilmesinin önemini kavradıklarını gösterir. Öğretinin esin kaynağı aslında Sanayi Devrimi'nin hemen başında pratikte buharlı makine aracılığıyla kömürün enerjiye dönüştürülmesi olayı üzerine yapılan incelemelerdi. Giderek buna daha matematiksel bir biçim kazandırıldı ve termodinamik bilimi ortaya çıktı. *Termodinamiğin* birinci yasası olan enerjinin korunumu, onun sınırlı mevcudiyetini belirleyen ikinci bir yasayla tamamlandı. İkinci yasanın Sadi Carnot tarafından daha 1824'te keşfedilmiş olması çağın karakteristik bir özelliğidir; çünkü buna göre tasarlanmış uygun bir motorla her bir ton kömürden elde edilecek işin miktarını sınırlayan birinci değil bu ikinci yasadır. Motorların söz konusu *verimliliğinin* o zamanlar %5'i bulduğu çok enderdi. *5.3*

Termodinamiğin birinci yasası, doğada birbirinden ayrı olarak düşünülen kuvvetlerin -maddi hareket, ses, ışık, elektrik ve manyetizma- hepsinin evrendeki miktarı ne artan ne de azalan tek bir birimle, *enerji* birimiyle ölçülebileceğini göstererek bir birlik ilkesi sağladı. Bunun formülasyonu, Heraklitos'un yüzyıllar önce söylediği "mal karşılığı altın, altın karşılığı mal" sözünü hatırlatmaktadır ve gerçekten de o zamanlar pratikte iyice yerleşmeye başlayan serbest ticaret ilkesinin fiziksel ifadesidir. Enerjinin korunumu, Newton'un hareketin korunumu ilkesinin görkemli bir uzantısıydı ama bu da onun gibi ilerici bir değişim anlayışını içermiyordu. Değişim aslında ikinci yasadan anlaşılmıyor değildi ama bu değişim ilerlemeden çok yozlaşma biçimindeydi; çünkü herhangi bir sistem içinde sıcaklığın ve soğukluğun er ya da geç birleşerek ortak bir enerjinin elde edilemeyeceği tekdüze bir ılıklık meydana getireceğini göstermekteydi.

Evrim

Böylesi bir anlayış 19. yüzyıl burjuvazisinin ilerici ve iyimser tarzına ters düşüyordu. Burjuvazi bu tarzını haklı gösteren, kendi kafa yapısına uygun bilimsel bir yaklaşımı *evrim* teorisinde buldu. Dünyanın uzun bir tarihi olduğu düşüncesi yeni değildi. Gerçekten de ileride göreceğimiz gibi bu görüş, 18. yüzyılda şekillenmeye başlamış ancak 19. yüzyılın başlarında Kilise'nin önyargısı ve gerici tutumu yüzünden benimsenmesi engellenmişti. Evrim teorisiyle birlikte, hayvanların ve bitkilerin bir zamanlar şimdiki durumlarından çok farklı oldukları anlayışı da kabul görecekti. Açık ki bu da sonraki türlerin önceki türlerden türemesi demekti. Tüm bir 19. yüzyıl boyunca, kanal ve demiryolu yapımı deneyimleri sırasında elde edilen kanıtlar, bunun dışındaki herhangi bir açıklamayı inanılması güç kılıyordu. Aynı zamanda canlı hayvan ve bitkilerin dağılımı ve sınıflandırılmasıyla ilgili bilgilerin çoğalması özel bir yaradılış düşüncesine giderek daha keyfi bir görünüm kazandırdı. Yine de insanın hayvanlardan türediği biçimindeki rahatsız edici mantıksal sonucuyla birlikte, organik evrim düşüncesine dünyanın kulak vermesi ve bu görüşün benimsenmeye başlanması için jeolog ve biyologların

nesiller boyunca sabırlı ve gözlerden uzak bir çalışma yürütmeleri gerekecekti. Bütünüyle yeni, böylesine radikal bir görüşü insanlara dinletebilmek için Charles Darwin olağanüstü sezgi gücünü, tüm yeteneğini ve bilimsel ününü seferber etmek zorunda kaldı. Sonunda, 1859 yılında Darwin *Türlerin Kökeni* adlı yapıtını yayınladı.

İleri sürüldüğü andan itibaren evrim teorisi bilimsel, ideolojik ve politik bir savaşımın merkezi olageldi. Darwin, istemeyerek de olsa tıpkı Galileo'nun cansızlar aleminde yaptığı gibi Platoncu ideal biçimler öğretisine canlılar aleminde öldürücü bir darbe indirdi. Darwin yalnızca evrim teorisini öne sürmekle kalmadı; Aristocu ereksel nedenler kategorisinin son dayanağını da yıkan *doğal seçilim* mekanizmasını da ortaya koydu. Dünya anlayışları tümüyle ereksel olan teologların bu görüşleri yadsımış olmaları şaşırtıcı değildir. İnsanın kendisinin -yaradılışın o eşsiz gayesinin- son derece gelişkin bir maymundan başka bir şey olmadığı görüşü çok daha sarsıcıydı. Bu, yalnızca dinin öğretisini değil akılcı felsefenin ölümsüz değerlerini de yerle bir ediyordu. Ne var ki her ikisi de bu darbeyi çok kolay atlatacaklardı.

Bununla birlikte, evrim o dönemde ilericilik ile gericilik arasındaki savaşımın merkezinde yer alıyordu. Öğretinin düşmanları kadar destekleyicileri de vardı. Duygusuz sanayicilerin elinde bir taraftan Tory'lere, diğer taraftan da idealist sosyalistlere karşı kullandıkları bir silah durumundaydı. *En güçlü olanın ayakta kalması* öğretisi ile acımasız rekabet bilimsel olarak kutsanıyor, başarılı kimselerin servet sahibi olmaları haklı gösteriliyor gibiydi. Darwin'in görüşleri yer etmeye başlayıp yeni bilim insanları kuşağından coşkulu bir destek gördükçe, bilimin kendisi tekrar radikal bir hava kazanmaya başladı; ne var ki bu henüz sosyalist bir tarz olmaktan çok uzaktı.

John Stuart Mill, Auguste Comte (1798-1857) ve Herbert Spencer'in başını çektiği egemen düşünce okulu, mantığa ve bilime dayanarak özel teşebbüs özgürlüğünü haklı gösterme ve 19. yüzyılı insanoğlunun sonunda doğru yolu bulduğu bir çağ olarak göklere çıkarma eğilimindeydiler. Durum henüz mükemmel değildi; hâlâ geçmişe ait, temizlenmesi gereken birtakım görüşler vardı ve ilerleme devam edecekti ama bu ilerleme mevcut durumun doğrudan bir uzantısı olarak düşünülüyordu -daha fazla makineleşme, daha fazl

icat, daha fazla servet birikimi ve yardıma muhtaç yoksulların "Kendi Başının Çaresine Bak" şiarını izleyerek elde edebilecekleri daha fazla konfor. "Kendi Başının Çaresine Bak" deyimini yaratan ve modern sanayicilerin biyografilerini içeren bir dizi yazısında bu deyimi kullanan Samuel Smiles (1812-1904), çağdaşlarına oranla çok daha güçlü bir tarihsel sezgi gösterdi. Kaba bir bireycilik öğretisiyle yola çıkmasına karşın, ömrünün sonlarına doğru "Kendi Başının Çaresine Bak" anlayışının çare olmadığını gördü ve işçiler için teknik eğitimin öncüsü oldu. **5.80**

Sosyalizmin yükselişi

19. yüzyılın ortalarında yükselen Çartist ve diğer devrimci hareketlerle dönemin sonlarına doğru patlak veren ihtilalci 1871 Paris Komünü, ilerlemenin yararları konusunda yoksulların ne düşündüklerini ortaya koydu. Yeri geldiğinde kendisinden daha uzun söz edeceğimiz, yoksulların filozofu Karl Marx, henüz tuzu kuru entelektüellerin dikkatini çekmiş değildi. Yine de bunlar arasında daha dürüst olanları, 19. yüzyılın bu refahının tam kalbinde korkunç bir yanlışlığın hüküm sürdüğünü göremeyecek kadar gözlerini gerçeklere kapamamışlardı. Sanatçılar, şairler ve yazarlar yeni sanayi kentlerinin yarattığı dehşet, güzelliğin evrensel çapta aşağılanması ve servetle bayağı bir biçimde övünülmesi karşısında seslerini yükselttiler. Sözünü ettiğimiz aydınlar tüm bunlara karşı çıkarlarken, ilk desteklerini idealize edilmiş bir "Ortaçağ"a geri dönüş çabası sırasında buldular. Keble (1792-1866) ve Oxford hareketi ile Ruskin (1819-1900) ve pre-Raphaelitler, yüzyılın sonlarına doğru William Morris'in safkan sosyalizminin bir parçası haline gelecek olan ilk tepki hareketleri olarak ortaya çıktılar.

Bilim ve kültür

Edebiyat ve sanat hareketi, sanayileşmenin yanı sıra kısmen haklı olarak makineli üretimle ve onun beraberinde getirdiği bütün dertlerle özdeşleştirildikleri bilime de büyük ölçüde karşı çıktı. 5.24 Çağımızın da belirgin özelliklerinden olan hümanistler ile bilim insan-

ları arasındaki bu bölünme ilk kez 19. yüzyılın ortalarında, sözünü ettiğimiz bu dönemde ciddi bir hal aldı. Bunun kısa süre içinde ortaya çıkan ilk etkisi, iki ayrı daldaki aydınlar arasındaki işbirliğini yok etmek oldu; ki bu işbirliği olmaksızın ekonomik ve toplumsal sisteme yapıcı bir eleştiride bulunmak olanaksızdı. Hümanistler, yararsız birtakım duygular dışında sistemin nasıl çalıştığı konusunda asla yeterince bilgi sahibi olamadılar. Bilim insanları ise son derece uzmanlaşmış oldukları bilim dalının ilgi alanı içinde bulunmayan her şeye –sanata, güzelliğe ve toplumsal adalete– sırt çevirdiklerinden, hepten köreldiler. ***1.2.146***

8.7. 19. YÜZYILIN SONLARI (1870-1895)

Daha altmışlı yılların sonlarında, kapitalizmin yalın ve iyimser ilk evresi sona ermek üzereydi. Yetmişlerde başlayan büyük bunalım, İngiltere'nin dünyanın atölyesi olduğu serbest ticaret kapitalizmi çağı ile ellerinde tuttukları pazarlar sayesinde Fransa, Almanya ve Birleşik Devletler'in öne çıktıkları yeni, daha geniş bir tabana dayalı finans kapitalizmi çağı arasındaki geçiş dönemine işaret eder. Sanayi Devrimi'nin zincirlerini kırdığı muazzam üretici güçler artık sahiplerini miktarı giderek artan ihtiyaç fazlası bir artı değer sorunu ile yüz yüze bırakıyordu. Kapitalizm koşullarında bu artı değerin onu üreten işçilere geri dönme olasılığı yoktu. İçerde yatırıma dönüştürüldüğünde ise üretimi daha da arttırıyor ve bulunan pazarların hızla kapışıldığı bir dünyada yeni pazar arayışlarına yol açıyordu. Sonuç; sömürgeci yayılma, ufak çaplı savaşlar ve gelecek yüzyılda başlayacak olan daha büyük savaşlar için yapılan hazırlıklardı.

Bir geçiş evresi olarak, özellikle de bilim yönünden bu dönemin sınırlarını belirlemek güçtür. Burada değişim tedrici olduğundan ve süreklilik asla kesintiye uğramadığından, kuşkusuz bu iş o zamana oranla günümüzde çok daha kolaydır. O dönemde yaşayanlar bilimin giderek daha hızlı geliştiği kanısındaydılar. Bununla birlikte bilimin yararlı olup olmadığı, insanlığı nasıl bir geleceğe doğru götürdüğü konusunda kuşkular belirmeye başlamıştı. Bugünden geçmişe baktığımızda 19. yüzyıl sonlarının hem bir son hem de bir başlangıç

olduğunu görüyoruz: Newtoncu dönemin büyük bilimsel yürüyüşünün sessiz sedasız sona ermesi ve 20. yüzyılın daha fırtınalı bilimsel ve siyasal devrimlerine hazırlık.

Sanayi bakımından da bu dönem bir geçiş dönemiydi. Eski sanayi kolları İngiltere'de daha yavaş, Almanya'da ve Birleşik Devletler'de daha hızlı bir biçimde gelişmeye devam ederken, sanayinin niteliğinde bir değişiklik meydana gelmekteydi. Küçük aile şirketleri arasındaki rekabet, ilerde 20. yüzyılın dev tekellerine dönüşecek olan anonim şirketlerin kurulmasına yol açtı. Bu dönüşüm, özellikle uzun zaman pratik deneyimlere dayanılarak yürütüldükten sonra, bilimin tekrar yardıma çağrıldığı maden ve mühendislik sanayilerinde ve bunların da ötesinde doğuşunu bütünüyle bilime borçlu olan yeni kimya ve fizik sanayilerinde göze çarpmaktaydı. Bu sanayi kollarının gelişmesiyle birlikte işadamlarına dönüşen ilk bilim insanları -bilim insanlarına dönüşen işadamları değil- Kelvin'ler, Edison'lar, Siemens'ler, Brunner'ler ortaya çıktı. **5.3**

Bu arada bilimin savaş alanında ilk kez büyük çapta kullanıldığına -denizaltılar, torpiller, tahrip gücü yüksek patlayıcılar ve büyük silahlarla birlikte savaş alanında makineleşmenin başlangıcına- tanık oluyoruz. 19. yüzyıl sonlarının sanayi bakımından en önemli özelliği, ucuz çeliğin ortaya çıkışı ve elektrik enerjisinin kullanılmaya başlanmasıdır. Bir sonraki yüzyılda ulaşımda devrim yaratacak olan içten yanmalı motorlar da bu dönemde kullanıma sokuldu. Salgın hastalıkların yol açtığı ölümlerin azaltılması ve böylece tropik alanların sömürülmesine olanak tanıyan tıp biliminin başarıları da, doğurduğu sonuçlar bakımından en az bu ikisi kadar önemlidir.

Çelik çağı

Geleneksel demir sanayisinin dönüştürülmesinde bilimden yararlanılması doğrultusunda ilk adım, kendisi sanayinin tamamen dışında bulunan, bilimsel kafa yapısına sahip bir imalatçı olan Bessemer (1813-1898) tarafından atıldı. Bessemer'in daha 1854 yılında kullanıma soktuğu konvertör (çelik imalatında Bessemer usulünde kullanılan kap), çeliğin büyük miktarlarda ve ucuza üretileceğini

gösterdi. Fakat konvertör için yüksek kaliteli maden cevheri gerektiğinden, henüz oldukça kısıtlı bir alanda ondan yararlanılabiliyordu. Ancak 1879 yılında Gilchrist Thomas baz astarlı üstü açık fırın yapıp kullanıma sokunca, düşük kaliteli cevherler de çelik yapımında kullanılmaya ve çelik üretimi tırmanmaya başladı. *5.87*

Tarihsel açıdan çok daha önemli olan, bu gelişmenin ağır sanayinin coğrafi çekim merkezini değiştirmesidir. Baz astarlı üstü açık fırınla birlikte, Lorraince bölgesinin büyük fosfatlı maden cevheri rezervleri çelik yapımında kullanılabilir hale geldi. 1870 yılında, yeni sanayileşmiş Prusya devletinin Fransa'ya karşı savaşta gösterdiği başarının sonucunda bu rezervler Ruhr bölgesinin kömür rezervleriyle birleşti.

Alman sanayisinin yükselişi

Bundan böyle Avrupa'da, kısa sürede İngiltere'nin çelik üretimini yakalayıp geçecek bir çelik üretim merkezi vardı. Bu çeliğin üzerinde yükselen yeni sanayi ise daha iyi örgütlenecek ve İngiltere'ye oranla devletle daha sıkı bağlar kuracaktı. Ancak İngiltere, çok yönlü ve rekabet gücü yüksek sanayisi ve özellikle de dünyanın tüm geri kalmış bölgelerine egemen olması sayesinde biraz gerilemiş olmakla birlikte dünya pazarlarında liderliği elinde tutuyordu.

Rekabet kaçınılmazdı ve bu, bir sonraki yüzyılda gelişecek olan savaşların başlıca nedeniydi. İlk başlarda rekabet, büyük miktarda ucuz çeliğin kolay bulunur olması nedeniyle demiryolları, lokomotifler ile tarım ve madencilikte yeni toprakların kullanıma açılması için gerekli olan makineler gibi sermaye ihtiyaçlarında kendisini gösterdi. Bunlar hâlâ gelişmekte olan ve 19. yüzyıl ortalarının sömürgeciliğinin temelini oluşturan kumaş, incik-boncuk, küçük silah ve hırdavat satışlarını destekliyordu. Çeliğin, özellikle de yeni geliştirilen çelik alaşımının geri kalanı ise savaş gemilerinde ve büyük silahlarda kullanıldı.

Elektrik sanayi

Elektrik, daha önce gördüğümüz gibi 19. yüzyıl ortalarının iletişim devriminde yaşamsal bir rol oynadı. Faraday'ın elektromanyetik

endüksiyonu bulması ve 1831 yılında icat ettiği elektrik dinamosuyla bunu kanıtlamasının ardından, mekanik kuvvetle elektrik üretilebileceği ve üretilen bu elektriğin güç iletiminde kullanılabileceği açıkça görüldü. Bunun bir elli yıl daha kullanılmamış olması, ileride değineceğimiz gibi teknik olmaktan çok ekonomik nedenlere bağlıydı.
5.3 19. yüzyılın ortalarında sanayi görece büyük ve yoğunlaşmış güç bilimlerine -fabrikalarda sabit buhar makinelerine, çekme işlerinde ise lokomotiflere ve deniz motorlarına- dayanıyordu. Enerjinin uzak mesafelere aktarılmasının tek yolu ise gemilerle o yerlere kömür taşınmasıydı. Daha sonra, ufak sanayilerin giderek makineleşmesi, buharın sağlayabileceğinden daha küçük güç birimlerine ihtiyaç doğurdu. Başlangıçta bulunan çözüm, ilk pratik içten yanmalı motor ve 20. yüzyılda ulaşımda devrim yaratacak mazotlu ve benzinli motorların öncüsü olan gazlı motordu.

Sonra, elektrikli motorun sanayinin küçük, sabit güç birimi ihtiyacını karşılamak bakımından çok daha uygun olduğu anlaşıldı. Ne var ki bunun işe yarayabilmesi için elektrik enerjisi sağlayan yaygın bir şebekenin bulunması gerekiyordu. Bu ise sanayinin talebinin ötesinde çok daha genel bir ihtiyacın belirmesiyle gerçekleştirilebilecekti. Bu ihtiyacı doğuran, ev içi hizmetlerin gelişmesi oldu. Yüzyıl ilerledikçe önce gelişmiş su ve gaz şebekeleri, sonra da telgraf ve telefon şebekeleri yapılmaya başlandı. Diğer rakiplerini geride bırakarak bunlara benzer bir başka unsurun -elektrik ışığının- yayılmasını sağlayan ise girişimci bir telgraf memuru olan Thomas Alva Edison'du (1847-1931).

Elektrik ışık elde etmek için *üretilmeye* ve *dağıtılmaya* başlandığına göre, artık enerji elde etmek için de kullanılabilirdi. Her ne kadar 20. yüzyıla gelinceye dek tam anlamıyla etkili olmasa da, sanayide ve ulaşımda enerji dağıtımının yeni ve evrensel bir aracı bulunmuş oldu. Bu gelişmeler, eski sanayilerin tersine daha baştan tekelci ve bilimsel olan elektrikli ağır sanayiyi yarattı. Bu sanayi, ağır makine sanayisinde giderek gelişmekte olan tekellerin yanı sıra telgraf ve telefon tekelleriyle de yakın ilişki içindeydi. Bilim açısından ise farklı bir önem taşımaktaydı: Sanayi araştırma laboratuvarlarının kurulmasını sağladı. Yeni icatların denendiği ambardan bozma bir yer

olan Edison'un Menlo Park'ı, üretimle yakından ilişkili deneylerin kesintisiz olarak sürdürülmesine gerek olduğunu kanıtladı. 5.72

Bilimsel tıp

Bu gelişmeler bir yandan insanın denetlenebilir maddi çevresini dönüşüme uğratırken, diğer yandan çok daha önemli bir gelişme kendisini göstermekteydi: Bilimsel tıbbın ortaya çıkışı. Bu gelişmenin, böylesine geç kalmasının nedeni canlı organizmaların yapısının en gelişkin mekanik veya kimyasal işlemlerden çok çok daha karmaşık olmasıydı. Başarılı bir girişimde bulunulabilmesi için öncelikle bu yapının anlaşılması gerekiyordu.

Tıp bir sır ve bir meslek olarak uygarlığın en başından beri var olagelmişti; fakat antik ve modern çağlar boyunca anatomi ve fizyoloji alanlarında kaydedilen tüm ilerlemelere ve sağlanan bilgi birikimine rağmen, hekimler hastanın acı ve endişelerini az da olsa dindirmek ve hastalığın seyrini iyi kötü tahmin etmekten öte pek bir şey yapamıyorlardı. İnsanlar pek çok hastalığın doğal olarak üstesinden gelebildiklerinden hekimin uyguladığı bakım genellikle olumlu sonuç veriyordu. Eczacılıkta kullanılan dehşet verici pek çok ilaç, kısmen kocakarı ilaçları ile büyücülüğün bir karışımı olan antik tıbbın şifalı otlarından, kısmen de Rönesans döneminde Paracelsus tarafından kullanılmaya başlanan daha şiddetli madeni ilaçlardan derlenmişti. Bunların neredeyse hiç biri bir işe yaramazdı.

Zaman zaman, örneğin sıtmaya karşı kininin kullanılması ve çiçek hastalığına karşı aşı yapılması gibi birtakım koruyucu önlemler tesadüf eseri bulunmuş olsa da, uygun deney ya da teorilerden yoksun olunması nedeniyle bunları gerçekleştirmek olanaksızdı. Bira ve şarap üretimi gibi eski biyolojik sanayilerde kimyadan yararlanılmasının sonucu olarak ulaşılan bilgiler -bunlara ileride değineceğiz- şarbon, kuduz, kolera ve veba gibi öldürücü hastalıklara dıştan gelen ve vücudu istila eden canlı organizmaların neden olduğunun anlaşılmasını ve aynı zamanda bu hastalıkların yayılmasını önlemenin ve insanları hastalığa yakalanmaktan kurtarmanın yollarının bulunmasını sağladı.

Bundan böyle hiç değilse ilkesel olarak, hastalığı yenmenin yolu açılmış bulunuyordu. Bu gelişmenin daha ilk aşamalarında, eskiden kara yazgının ya da takdir-i ilahinin önüne geçilemez sonuçları olarak düşünülen dertlerin üstesinden bilimin yardımıyla gelinebileceği görüldü. Bilim ancak bununla kendisini aklayabildi. Ne var ki yeni tıp biliminin kaydettiği ilerlemeler, ilk bakışta son derece zengin ve kudretli görünen uygarlığın arkasında yatan ve ona can veren sanayiye ve sömürgeciliğe özgü sefaleti de tüm çıplaklığıyla gözler önüne serdi. Hastalıkların asıl kaynağı mikroplar değil, mikropların üremelerine ve yayılmalarına olanak veren koşullardı. Üstelik, ekonomik sistemin kendi bünyesinden doğan bu kötülükle baş edebilecek ne bir aşı ne de bir serum vardı.

Sömürge yarışı

Yüzyılın sonuna gelindiğinde, daha çok Kuzey Denizi'ni çevreleyen kömür havzalarında yoğunlaşmış olan sanayileşmiş Avrupa'nın nüfusu öylesine artmıştı ki, artık Avrupa tek başına kendisini besleyemez olmuştu. Doğu Avrupa'dan, özellikle de Rusya'dan ve Amerika'dan ithal etmek zorunda kaldığı yiyecek ve hammadde miktarı sürekli olarak artıyordu. Bu talep, tarımda kullanılan yöntemlerle yiyeceklerin korunması ve taşınması yöntemlerini hızla değiştirdi. Tarım makinelerinin gelişmesi, genellikle dönüm başına elde edilen ürün miktarını değilse de kişi başına düşen ürün miktarını muazzam ölçüde çoğalttı. Bu makineler, feodal köy kültürünün hâlâ egemen olduğu Doğu Avrupa ve Asya'dan çok nüfusun az, işlenmemiş toprağın bol olduğu ülkeler, dolayısıyla da Amerika için çok uygundu.

Tarımda makinelerin kullanılmaya başlanması ile demiryolu ve buharlı gemi taşımacılığının gelişmesi, insanların yiyecek kaynaklarıyla olan ilişkisini köklü bir biçimde değiştirdi. O güne dek 18. yüzyıldaki gelişmelerden sonra bile, yiyeceğin yaklaşık %80-%95'i üretildiği yerde tüketilirdi. Daima küçük bir azınlığı oluşturan kent işçileri ile aylak zenginler ise ancak geriye kalan %5-%20'lik bölümün hakkından geliyorlardı. 17. yüzyıl Hollandası gibi imalatla geçinen ülkeler, büyük kentli nüfuslarını ancak tüm dünyadaki milyon-

larca köylünün küçük kişisel artı değerini toplayarak besleyebildiler. şimdi ise tarım makineleri kullanan toprak işçileri, sayıları giderek azalan küçük bir azınlık olsalar da kentler için eskiden hayal bile edilemeyecek miktarda bir artı değer sağlayabiliyorlardı. Önceleri bu yalnızca tahıl ürünleri için geçerliydi; ama uzun fiziksel, kimyasal ve biyolojik araştırmalar sonucu bulunan soğutma ve konservecilik yöntemlerinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, yiyeceğin kentlerde toplanması ilkesi balıkları ve etleri de kapsayacak şekilde genişletilebilecekti.

Daha çok bakir topraklarda uygulanan mekanik sömürü yöntemlerinin, o dönemde yaygın olan maden açma girişimleriyle pek çok ortak yanı vardı fakat daha geniş bir alanı kapsadıklarından doğurduğu sonuçlar çok daha yıkıcıydı. Toprağın tüketilip bitirilmesi suni gübrelerin kullanılmasıyla ancak kısmen önlenebildi ve bir sonraki yüzyılın yıkıcı erozyonlarının yolu açıldı.

Büyük ölçüde tarım ve ulaşım için gerekli makinelerin yapımında çelik kullanılması sayesinde Batı'nın ve Doğu'nun topraklarının önce tarıma, ardından da sınai sömürüye açılmasıyla eski ülkelerin para sermayesi kendisine en kârlı çıkış yolunu buldu. Bu iki bölgedeki söz konusu yatırımların kaderi birbirinden çok farklı oldu. Kuruluşundan beri bir burjuva sömürgesi olan Kuzey Amerika, İç Savaş'tan önce bile kıtanın el değmemiş kaynakları ve Avrupa'dan kopup gelen on milyonlarca göçmenin emeği sayesinde zenginleşen kendi yerli kapitalistlerini yaratmaktaydı. Dupont'lar, Astor'lar, Rockefeller'ler ve Morgan'lar kısa sürede zenginlik ve göç bakımından Avrupalı öncülerini yakalayıp geçecek ve Amerika Birleşik Devletleri'ni kapitalizmin kalesi haline getireceklerdi.

Öte yandan Rusya'da İngiliz, Fransız ve Alman kapitalistlerinin yoğun sömürüsüyle birleşen otokrasi ve feodal kalıntılar, gelişimi bir süre için durdurdu. Fakat bunlar devrimle birlikte süpürülüp atılınca, ilk sosyalist devletin yolu açıldı.

Doğu'da Hindistan doğrudan, Çin ise dolaylı sömürüye açık kaldı; bununla birlikte tek bir devletin -Japonya'nın- bilim de dahil olmak üzere yeni "Batı" kültürünün görünürdeki tüm özelliklerine sahip olan ama bunları feodal bir taban üzerine dizginsiz, yırtıcı bir

askeri devlet kurmak için kullanan, yerli kapitalizmin uygarlaştırıcı değerini gösteren bir örnek haline gelmesine izin verildi.

8.8. 19. YÜZYIL SONLARINDA BİLİM

19. yüzyılın sonları gibi son derece kısa ve böylesine pratik başarılarla dolu bir dönemde çok sayıda büyük teorik adımın atılmasını beklemek yanlış olur. Fizik bilimi açısından bu dönem esas olarak 19. yüzyıl başlarında gerçekleştirilen büyük ilerlemelerin bir araya toplandığı ve aynı zamanda 20. yüzyıldaki büyük atılıma zemin hazırlayan yeni türden araştırmaların başlatıldığı bir geçiş dönemiydi. Öte yandan biyolojide, mikroplar üzerine yapılan incelemelerle ve fizyolojinin fiziksel-kimyasal yönden kavranmaya başlanmasıyla birlikte, yeni bir çığır açıldı.

Işığın elektromanyetik teorisi

Dönemin fizik alanındaki en önemli başarısı, Clerk Maxwell tarafından *ışığın elektromanyetik teorisinin* formüle edilmesiydi. Bu gelişme fiziğin farklı dallarında -elektrik, manyetizma, optik- iki kuşak boyunca süren deney ve teorilerin, kapsamlı tek bir teori içinde birleştirilmesini ve basit bir matematiksel formülle ifade edilebilmesini sağladı. Söz konusu teori tek başına matematiksel fiziğin bir zaferi olmasına karşın, kanıtlanması için elektrik birimlerinin doğru olarak saptanması gerekiyordu. Bu aynı zamanda gelişen elektrikli sanayinin zorunlu kıldığı bir görevdi. Maxwell'in denklemleri, teori ile pratik arasındaki karmaşık etkileşimin bir örneği olan geleceğin elektrik mühendisliğinin teorik temelini oluşturdu.

Elektromanyetik teorisi Faraday'ın düşlerini gerçekleştirerek doğadaki bütün güçlerin birbirleriyle bağlantılı olduğunu gösteren ve termodinamiğin yasalarıyla birlikte fizikte belirli bir kesinliği ifade eden -bu görüş 20. yüzyılda yerle bir edilecekti- olağanüstü bir başarıydı. Ancak, söz konusu teori taşıdığı anafikir -elektromanyetik dalgaların varlığının teorik bakımdan zorunlu olması- sayesinde, Hertz'in 1888 yılında bu dalgaların varlığını deneylerle kanıtlamasının yolunu açtı. Böylece, telsiz-telgraf ve bunun doğurduğu tüm

olanaklarla birlikte elektromanyetik dalgalardan pratikte yararlanılmasını sağladı.

Periyodik cetvel

Kimya alanında dönemin en önemli genellemesi, Mendeleev'in 1869 yılında ortaya sunduğu *periyodik cetvel idi.* O zamanlar periyodik cetvel, tamamen farklı türden maddelerin varlığına bir sınır koyuyor gibi göründüyse de gerçekte maddenin artık değişmez atomlardan değil, kendilerinin de değişip dönüşmeleri olası birkaç temel parçacığın görece geçici birleşmelerinden oluştuğu biçimindeki yeni yaklaşım için de en doğru yorumunu buldu. Mendeleev atomik sistemin Kopernik'iydi; sistemin Galileo'su ve Newton'u ise daha sonra geleceklerdi.

Organik kimyada, atom teorisini kabul etmede gösterilen isteksizliğin yol açtığı kafa karışıklığı ortadan kalkar kalkmaz, doğal yapıların yorumlanmasında muazzam ve düzenli bir ilerleme kaydedildi; dahası yeni maddelere ilişkin son derece özenli ve etkileyici sentezlere ulaşıldı. Yüzyılın sonlarına gelindiğinde kimyasal araştırmalar sentetik boyalarla başlayan zaferlerine, sentetik ilaçlarla bir yenisini ekleyen kimya sanayisinin ayrılmaz bir parçası olmuştu. Kimyagerlerin sayısı o denli artmıştı ki bilim işçilerinin neredeyse yarısı kimyagerlerden oluşuyordu.

Araştırma laboratuvarları

Bilimden ve bilim insanlarından daha çok yararlanılır olması, bilimsel eğitimin ve bilimin örgütlenmesinin olabildiğine yaygınlaştırılmasını gerektirdi. Örgütsel yenilik, Siemens ve Edison gibi sonradan işadamı olmuş mucitlerin atölyelerinin ya da özel deneme yerlerinin neredeyse farkına bile varılmadan geliştirilmeleri sonucu ortaya çıkan araştırma laboratuvarlarıydı. Bu arada, üniversitelerin laboratuvarları da gelişti; çünkü bilimin yeni alanlarda kullanılmaya başlanması, yeni iş sahalarının açılması ve bilime giderek daha fazla öğrencinin ilgi duyması demekti. Nitekim ileri sürülen tüm ilgisizlik iddialarına karşın dönemin akademik bilimi, nihayetinde bilimin

sanayide gösterdiği başarıya güveniyordu. Bununla birlikte, siyasette ve dinde geleneksel sınırları aşmadığı sürece bilime oldukça geniş bir özgürlük alanı bırakıldı.

Alman biliminin egemenliği

En büyük gelişmeye Almanya'da tanık olundu. Almanya çok sayıda üniversitesi, yeni kurulmuş olan *Technische Hochschulen* [*teknik yüksekokulları*], sayısız *Zeitschriften* ve *Handbücher*'leriyle yüzyılın sonlarına doğru giderek bilim dünyasını egemenliği altına alma eğilimindeydi. İngiltere ve Fransa kendi köklü geleneklerine güvenerek bu eğilime direndilerse de pek başarılı olamadılar. Almanca, uluslararası bilim dili haline geldi; Alman profesörleri bütün Kuzey, Orta ve Doğu Avrupa'yı kapsayan, Rus, Birleşik Devletler ve Japon bilimini önemli ölçüde etkileyen bir çeşit bilim imparatorluğu kurdular. Alman profesörleri tüm dünya bilim insanlarına örnek oluşturma yolunda ilerlemekteydiler. Alman entelektüellerinin çoğu gibi onlar da yeni sanayileşmiş olan ve giderek gelişen devletin yönetimindeki askeri feodalizm ile büyük iş çevreleri arasındaki ittifakla uzlaşı içindeydiler. Onların bu sadakati, daha çok askeri amaçlar doğrultusunda devletin hizmetine sokulacak olan bilimin bir sonraki gelişim evresinin işareti olacaktı.

Büyük buhran

19. yüzyılın sonuna, tıpkı başlangıcına olduğu gibi bilimin alanını ve önemini ciddi anlamda sınırlama eğiliminde olan bir gericilik damgasını vurdu. Fakat, başlangıçtaki gericilik Fransız Devrimi'nin doğurduğu sonuçlara bir tepki olarak ortaya çıkarken, bu ikincisine, toplumsal bir devrimin arifesinde olunduğu bilincinin yol açtığı kaygılar yön vermekteydi. İşleyişi giderek daha da bilimselleşen sanayinin ürettiği muazzam yeni zenginliğe ve ilerlemenin süreceği beklentisine karşın toplumdaki gerileme azalacağı yerde artıyor; kültürlü aydınlar arasında düşkırıklığı, umutsuzluk ve haklı bir *fin de siècle* [çağın sonu] duygusu hüküm sürüyordu. Özellikle Avrupa'da Marksist sosyalizm işçi sınıfına umut dolu bir seçenek sunmaktay-

dı. Bu nedenle felsefenin genel gelişiminin en doğrudan etkilendiği yer Kıta Avrupası oldu. Bununla birlikte, İngiltere ve Amerika da felsefeye olan tüm geleneksel ilgisizliklerine karşın bu etkilenmenin dışında kalamadılar.

Yüzyılın ortalarındaki kesin ve iyimser materyalizmden geriye, bilimi gereksiz zihinsel kurgulardan arındırma maskesi altında maddeyi safdışı eden ve yerine bir duyumlar ya da düşler bohçası koyan Mach (1838-1916) ile Oswald'ın (1853-1932) neo-pozitivizmine doğru bir gerileme oldu. Bu neo-pozitivizm ve Bergson'un (1589-1941) *élan vital*'i [yaşam gücü] ve William James'in pragmatizmi gibi benzeri felsefeler, devrimci dürtüyü bilimin dışına atmak, bilimin insanlığın yararına kullanılabileceğini savunan her türlü görüşü küçümsemek ve bilimi örgütlü din ve devlet açısından kabul edilebilir hale getirmek niyetindeydiler.

Bu gelişmeler, gerçekten de giderek teknik bakımdan vazgeçilmez hale gelmesinin bir sonucu olarak bilimin kapitalist mekanizma içine çekildiğinin birer belirtisiydiler yalnızca. Bilim insanlarının saf bilim doğrultusunda toplumsal sorumluluktan kaçınan bir tutum takınmaları giderek artan para ödülleriyle, uzmanlaşmaya daha fazla olanak tanınarak akıllıca dağıtılan unvanlarla ve mali desteklerle özendirildi. Bilim insanı sayısındaki muazzam artış da bu uysallık ve sorumluluktan kaçma eğilimini pekiştirdi. Yüzyılın sonuna gelindiğinde bağımsız bilim insanları çok küçük bir azınlık olarak kaldılar. Maaşlarını üniversitelerden ya da hükümetten alan büyük çoğunluk ise o güne dek görülmedik ölçüde egemen sınıfın kafa yapısını benimsedi.

Bu konformist eğilimlerin bilimin gelişimini ne ölçüde engellediğini söyleyebilmek güçtür; çünkü, tarihte bilimin gösterdiği muazzam gelişme bu eğilimlerin etkilerine oranla daha ağır basmaktadır. Ne var ki tek tek bilimlerin gelişimi üzerine yapılan tüm ayrıntılı incelemeler, bu tür geciktirici etkilerin her zaman var olageldiğini göstermektedir. 5.3 Bu duruma tekrar tekrar tanık olunması, bu olgunun farkına varılmadığı ya da farkına varılsa bile bundan gerekli derslerin çıkarılmadığı anlamına gelmez. Bu, daha çok 19. yüzyılın sonlarındaki sisteminin farklı çalışma alanlarının göreli önemi-

ne dair bir fikirden ya da gerçek anlamda bir yönelimden yoksun olduğunu gösterir. Öyle olmasaydı, yeni yüzyılın hemen başında gerçekleştirilebilecek olan pek çok keşif için yirmi yıl -ya da daha fazla- beklemek gerekmezdi. Eski teorileri arıtmak için heba edilen çabalar, yeni teorileri günışığına çıkarmaya fazlasıyla yeterdi. Böylesi bir yaklaşımın o zamanlar bilime yabancı olduğu söylenebilir -bazıları hâlâ bunun böyle olduğunu söyleyecektir -; ne var ki 17. yüzyılın ortaları, 18. yüzyılın sonları ve 19. yüzyılın ortaları gibi önemli dönemlerin kapsamlı ve örgütlü bilimsel atılımlarının silinip gittiğine şüphe yoktur. Bu atılım, ancak 20. yüzyılın karışıklıklarla dolu bir döneminde tekrar kendisini gösterecekti.

18. ve 19. yüzyıllarda bilimin genel gelişimi üzerine söyleyeceklerimiz burada sona eriyor. Bu büyük çağın başarıları üzerine genel bir değerlendirmeyi 9. Bölüm'ün sonunda, farklı bilim dallarındaki gelişmeleri ayrıntılı olarak inceledikten sonra yapacağız.

9. Bölüm

18. VE 19. YÜZYILLARDA BİLİMLERİN GELİŞİMİ

Giriş

18. yüzyıla gelindiğinde, bilim ve toplum arasındaki ilişkiler artık basit bir tarihsel sıralama ile açıklanamaz hale geldi. İşe böylesi bir sıralamayla başlamak zorunludur çünkü bu olmaksızın bilimlerin tarihçesi salt bir tarihsel kayıt olarak kalacaktır. Fakat bu tarihsel sıralama ile yetinilirse, o zaman da belirli bilim dallarının tüm bir dönem boyunca süregelen içsel bağlantıları gözlerden saklanmış olur. Her bilim dalında kavrama ile denetimin birbirine koşut olarak seyreden gelişimleri hem iç hem de dış etkenlere bağlıdır. Belirleyici iç etkenler doğanın katı gerçekleridir: Maddenin yapısı, maddenin evrimi sırasında gözlemlenen olaylar ve bu evrimin niteliği. Belirleyici dış etkenler ise genel tarihle bağlantılı olan teknik, toplumsal ve ekonomik kapasite ve dürtülerdir. Bunlar, hangi bulgulara ulaşılacağının saptanmasında rol oynamasalar da yeni olguların bilimin birikimci geleneğine ne zaman ve nasıl dahil edileceğini belirlerler. Bunun nasıl gerçekleştiğini tam olarak anlayabilmek için şimdiye kadar yapılagelenlere oranla daha eleştirel bir yaklaşımla ve daha fazla bilginin ışığında bilim tarihinin ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir. Ben burada bunu yaptığımı iddia edemem. Yalnızca 18. ve 19. yüzyıllarda bilim ve teknolojide kaydedilen ilerlemelerin genel karakterini gözler önüne seren belli başlı alanları ana hatlarıyla ortaya koyarak bu etkileşimin genel ilkelerini örneklerle açıklamaya çalışacağım.

Seçtiğim alanlar şunlar: Isı ve Enerji (9.1); Mühendislik ve Metalurji (9.2); Elektrik ve Manyetizma (9.3); Kimya (9.4); Biyoloji (9.5). Bu bölümün son kısmında (9.6) bu ve önceki bölümde ortaya ko-

nan verileri bir araya getirerek zaman ve konu dizilişlerinden çıkarılacak dersleri incelemeye çalışacağım. Konu seçimi, büyük ölçüde akademik olan bir bilimden, ekonomik hayatta önemli rol oynamaya başlayan bir bilime geçişi ifade eden 18. yüzyıl ile 19. yüzyıl arasındaki dönüşümün temel özelliklerini günışığına çıkaracak şekilde yapılmıştır. İkincisi dışında ele alınan her konu, bilim açısından temel öneme sahip birtakım ilkelerin keşfedilmesiyle bağlantılı olan ve ekonomik bakımdan önem taşıyan bir ya da daha fazla gelişmeyi içermektedir. Dolayısıyla birinci alt bölüm, buharlı makinenin tarihçesini içermekte ve onun verimliliğini arttırma doğrultusunda harcanan çabaların nasıl *enerjinin korunumu* ve *dönüşümü* yasalarının keşfine yol açtığını göstermektedir. İkinci alt bölüm bir anlamda birincinin ekidir; çünkü hem metal işleme yöntemlerinin geliştirilmesini hem de daha kaliteli ve daha büyük miktarlarda metal üretilmesini sağlayarak *çelik çağının* yolunu açan, buharlı makinenin ve buhar gücüyle çalışan diğer makinelerin yapılması yönündeki yoğun taleptir. Bu süreçte büyük bilimsel ilkeler işin içine girmemiş ve bilimin rolü görece önemsiz kalmıştır. Mühendislik çalışmalarının değeri, mekanik dönüşümün ne ölçüde sıradan ustaların emeğine dayandığını ve ikinci olarak da ince metal-işçiliğinin hem sanayi hem de bilim açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymasından ileri gelmektedir. Çeliğin gelişim öyküsünde asıl vurgu, görece az bilimsel bilgiden yararlanılarak sağlanan muazzam teknik ve ekonomik ilerleme üzerinedir.

Elektriği konu alan üçüncü alt bölümde yine farklı bir durumla karşılaşıyoruz: Tamamen bilimsel ve hatta uçarı bir ilgi alanının çok önemli bir sanayiye dönüşmesinin incelenmesi. Bu inceleme, aynı zamanda 17. yüzyılda geliştirilen matematiksel-mekaniğin bütünüyle yeni ve beklenmedik bir deneyim alanına uygulanmasının, 19. yüzyılda nasıl teorik bakımdan çok büyük önem taşıyan yeni genellemelere varılmasını sağlayabildiğini de ortaya koyacaktır. *Işığın elektromanyetik teorisine* doğru atılan adımlar, Newton'un çekim teorisine götüren adımlara benzer. Elektromanyetik teori, başlı başına 19. yüzyıl bilimine yanıltıcı bir biçimde nihai karakterini veren ikinci büyük birleştirici hipotezi temsil eder.

Dördüncü alt bölümde, daha önceleri kör bir deneycilik [empirisizm] ile mistik simya teorisi arasında yalpalayan kimyayı, akılcı ve nicel bir bilime dönüştüren 18. yüzyılın ana gelişim seyri anlatılmaktadır. Priestley ve Lavoisier'in adlarıyla anılan *pnömatik devrim*, bilimin Yunanlıların el attıkları alanların ötesine geçerek ilk kez büyük çapta yayılmasını temsil eder. Bu olgunun insanlık tarihi açısından taşıdığı muazzam önem, aynı zamanda bilimin ilk kez büyük üretken sanayinin içine olumlu ve kâr getirecek bir tarzda girmiş olması gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Hemen ardından kimyanın tekstil sanayisi ile kurduğu yakın ilişki, ağartıcı ve boyalardan patlayıcılara ve ilaçlara geçişle birlikte, 19. yüzyılda *organik kimyaya* eşlik eden ve esin kaynağı olan ana temadır.

Son olarak, biyolojik bilimlerin kapsamlı alanı içinde, ilerlemenin yönünü belirlemiş olan iki ya da üç ana akımdan söz etmeye çalışacağım. Burada bir yandan sonuçta *mikrobiyolojiye* ve Pasteur'ün hastalıklara mikropların sebep olduğu biçimindeki teorisine yol açacak olan tarımsal ve tıbbi uğraşlara, diğer yandan da yaradılış üzerine yürütülen ve jeoloji ve doğa tarihi aracılığıyla Darwin'in organik *evrimi* bulmasını sağlayan ateşli tartışmalara değineceğiz. Fizik alanındaki görkemli genellemeler de dahil olmak üzere, 19. yüzyılın tüm büyük başarıları arasında önemi bakımından dünyayı evrenin merkezindeki tahtından indiren Kopernikçi-Galileocu görüşle karşılaştırılabilecek olan tek teori, hiç kuşkusuz evrimdir. Böylece insan doğadaki yerini buldu. Ancak kendisinin de bir hayvan olduğunu kavradığında, toplumun ve uygarlığın işleyişinin kendisini atalarından nasıl farklılaştırdığını öğrenebilirdi. Evrimin kabul edilmesiyle, Aristocu dünya görüşüyle olan son bağ da koparılmış oldu. Bununla birlikte, takdir-i ilahiye bağlı olan bir gökyüzü mekanizmasının yerine, insan yapımı bir dünyayı koymak için gerekli mantıksal sonuçlara henüz ulaşılmamıştı -kapitalist toplumun çerçevesi içinde yerine getirilmesi çok zor bir görevdi bu.

Dönemin en önemli bilimsel ve teknik gelişmeleri üzerine yoğunlaştığımdan, kaçınılmaz olarak tabloyu fazlasıyla basitleştirdim ve kapsamlı bir inceleme için gerekli olacak pek çok konuyu dışarda bırakmak zorunda kaldım. Bununla birlikte, onların anlatacakları

öykünün de bundan farksız olacağını söyleyebilirim. Örneğin, ışığın dalga teorisinin yeniden ortaya çıkmasına yol açan polarizasyon ve kırınım olgularının keşfi de içinde olmak üzere 19. yüzyıl başlarında optik biliminde görülen büyük gelişmelerden hiç söz etmedim; spektroskopi ve spektral analizden de. Bu gelişmeler diğer bilim dallarında kullanılabilecek araç-gereçlerin çoğalmasını sağlayacak, kimyayı ve astronomiyi dönüştürecek ve bir sonraki yüzyılda atomun yapısı hakkında bir ipucu verecekti. Optiğin öyküsü daha 19. yüzyılda, sinemalı ve televizyonlu günlerden çok önce, bilimsel ve ekonomik etkenler arasındaki etkileşim örnekleriyle doludur. Ne var ki burada bunlardan söz edemeyeceğiz. Ancak, aşağıdaki alt bölümlerde yer alan tartışmalar, değinmeden geçmek zorunda kaldığımız alanlardaki etkileşimleri de kapsayacak yeterince örnek içermektedir.

9.1. ISI VE ENERJİ

Isının ve ısı dönüşümlerinin incelenmesi, çağdaş uygarlığın gelişmesinde entelektüel, hatta onun da ötesinde teknik ve ekonomik bakımdan çok büyük önem taşır. Başlangıçta bu inceleme doğaya, sıcaklık ve soğukluk duygularına, yemek pişirme işlemlerine ve hava durumundaki değişikliklere dair gözlemlerin yoğunlaştırılmasından ibaretti. Isı hakkında en eski çağlardan beri pek çok düşünce öne sürülmüştü. Isı hem yaşamla ve ateşle, hem de şiddetli hareketle ilişkilendirilmişti.

İyonyalı filozoflar daha eski efsanelerden yola çıkarak ısıyı ve onun karşıtı olan soğukluğu evrenin evriminin nedenleri olarak göstermişlerdi -Isı genleştiriyor ve buharlaştırıyor, soğukluk donduruyor ve sertleştiriyordu. Aristo, özellikle meteoroloji'sinde, sıcaklığın ve soğukluğun niteliklerini doktrinleştirdi. Buna göre ıslaklık ve kuruluk dört ana unsuru -ateşi (sıcak, kuru), suyu (soğuk, yaş), havayı (sıcak, yaş) ve toprağı (soğuk, kuru)- belirliyordu.

Kimya ile fiziğin bir karışımı olan bu doktrin Avrupa'da olduğu kadar Çin'de ve Hindistan'da da bin yıl boyunca insan düşüncesine kazındı. Karşıt unsurlar doktrini özellikle tıp açısından büyük önem taşıyordu; titremeler ve ateşlenmeler doktrini destekliyor gibiydi.

Gerçekten de ısının ölçülmesi düşüncesi ilk kez tıp alanında ortaya çıktı. Sıcaklığın ve soğukluğun her ikisinin de birincisi ancak algılanabilen, dördüncüsü ise öldürücü olan 3.19 dört *derece* ya da adımdan oluştuğu varsayılıyordu. Birinci, ikinci ve üçüncü dereceden ısıtıcı ya da soğutucu ilaçların amacı, karşıtını dengelemek ve etkisini hafifletmekti. *Sıcaklık* (derecesi) fikri buradan doğdu.

Felsefi tıp doktrini geçerliliğini korudu ve Rönesans döneminde yeniden canlandı. Telesius'u izleyen Bacon, sıcaklık ve soğukluk antitezini felsefesinin ana unsuru yaptı. En eski çağlardan beri ısı, havanın ve buharın hareketleriyle ilişkilendirilmişti ve daha çok 17. yüzyılın pnömatik keşifleriyle ilişkisi nedeniyle nitel felsefenin yörüngesinden çıkarak nicel bilimlerin yörüngesine girmişti. Galileo hava-genleşmeli bir termometre yaptı. Bu tür termometreler Torricelli'nin barometresiyle birlikte hava gözlemlerinde kullanıldı. **4.13**

Buharlı makinenin evrimi

Bununla birlikte, nicel ısı incelemelerinde kaydedilen gelişmeler bu tür araştırmalar sırasında değil, ısının bir işe yaraması için genleşme gücünden yararlanılması yönünde sürdürülen pratik çabalar sonucu ortaya çıkacaktı. Tüm bir 17. yüzyıl boyunca "suyun ateşle yükseltilmesi" düşüncesi hünerli tasarımcıları büyüledi. Sorun iki eski görüşün pratik bir motor yapmak üzere nasıl birleştirileceğiydi: Önce boş bir alanın emme (ya da vakum) yoluyla doldurulması, ardından içindekilerin genleşmiş hava, buhar ya da gazın basıncıyla püskürtülmesi. 16. yüzyılda çok tutulan bahçe sulama şebekesinin tasarımcısı olan De Caus (1576-1626), vakumun farkına varılmasından çok daha önce sorunu pratik olarak çözdü. De Caus, bir boru ile su kuyusuna bağladığı su dolu kabın altını ateşle ısıtmış, su neredeyse tamamen kaynayıp kap buharla dolunca ateşi çekmiş ve buharın çıkış yolunu kapatmıştı; böylece su emilerek boş alanı doldurmuştu. Pek kullanışlı olmamasına karşın bu yöntem vakum motorunun temel ilkesini içeriyordu, fakat van Guericke'nin çalışmalarına dek işleyişi tam olarak anlaşılamayacaktı. Vakum üzerine çalışan bilim insanlarının çoğunun pratik bir motor hakkında belli bir düşüncesi

vardı fakat işleyecek bir motor yapmak için gerekli mekanik yetenekten yoksundular. Buna en çok yaklaşan, sırasıyla Huygens'in ve Boyle'un asistanlığını yapan Denis Papin oldu. Papin büyük bir motorun özelliklerini tanımlamış fakat onu yapmak için gereken parayı bulamamıştı. Papin Londra'da sefalet içinde öldü. Elimizde onun 1708'de Kraliyet Akademisi'nin sekreterine yazdığı ve "dikkate değer bir deney" için 15 sterlin istediği dokunaklı bir mektubu bulunmaktadır. Yanıtta, başarının önceden güvence edilmemesi durumunda Akademi'nin borç veremeyeceği bildiriliyordu. ***4.11.38***

Ateş gücüyle çalışan bir pompa tasarlayıp gerekli parayı da bularak onu yapan ilk kişi Kraliyet Mühendisler Birliği'nden Yüzbaşı Savery'di (1650-1715). Savery, sırayla buharla doldurulan iki kap kullanarak suyu dışarı püskürttü ve sonra da kapları soğutarak daha fazla suyu içlerine çekti. Bu yöntem "buharlı" tulumbalarda hâlâ kullanılmaktadır. Savery sıradan bir tasarımcı değildi. *Madencilerin Dostu* **5.74** başlıklı patent başvurusundan anlaşılacağı gibi buharlı makinenin, özellikle ağır ve sürekli çalışma gerektiren maden ocaklarındaki suyun boşaltılması işinde ne kadar işe yarayacağının farkındaydı. Savery, söz konusu başvuru dilekçesinde şöyle söyleyecekti:

Saygıdeğer İngiliz Maden İşletmecileri,

Birçoğunuzun benim ateşin gücünden yararlanarak suyun yükseltilmesi buluşumu işe yaramaz bir proje olarak gördüğünüzün; böyle bir motorun yeraltında çalıştırılmayacağını, dolayısıyla madenlerinizdeki suyu boşaltamayacağını düşündüğünüzün ve bu yüzden icadımın sizler tarafından desteklenmeye layık bulunmadığının farkındayım. Dolandırıcılık gibi böylesine yüz kızartıcı bir suçlama karşısında kalmaktan hoşnut olmadığını söylemeliyim. Bu nedenle, size motorumun bir taslağını sunuyor, yararlarını gözlerinizin önüne seriyor ve işe yarayıp yaramayacağı konusunda kararı sizlerin takdirine bırakıyorum.

Motor, madenlerde ve kömür yataklarında biriken suyu kolayca ve çok ucuza boşaltacağından kendi reklamını ken-

disi yapacaktır. Onun, birkaç yıl içinde bu krallığın zenginliğinin hiç de küçümsenemeyecek bir parçasını oluşturan madenciliği ve maden ticaretini en az iki, belki de üç katına çıkaracağından kuşkum yok. Madencilerin suyu boşaltmak için büyük eziyetler çektikleri bu zor koşullar altında bile her yıl böylesine büyük miktarlarda kurşun, kalay ve kömür ihraç edilebildiğine göre, madenlerde her yönden elverişli olan bu motorun yardımıyla su boşaltıldığında kim bilir ihracat ne kadar artacaktır?

Savery'nin motoru, uygulamada karşılaşılan pek çok güçlüğe rağmen sorunun çözülebileceğini göstermesi bakımından çok önemlidir. Daha başarılı ve daha kullanışlı bir motor, 1712 yılında, doğrudan alçak basınç kazanına bağlı silindirin içinde sıkışan buharın ittiği bir piston kullanan Dartmouthlu Thomas Newcomen tarafından yapıldı. Newcomen'in motorunun Savery'ninkinin tersine, maden kuyularının dibine kurulması gerekmiyordu. Bu motor daha az bakım istiyordu ve yüksek buhar basıncına bağlı olmadığı için de daha güvenliydi. Bu motorun kullanıma sokulması, vakum ya da atmosfer basıncı hakkındaki bilimsel ilkeden yola çıkılarak ustalarca imal edilip kullanılabilecek, üstelik işe yaramakla kalmayıp kendi masrafını da fazlasıyla çıkartabilecek bir makineye geçişin ilk aşamasına işaret ediyordu (Şekil 12).

Newcomen'in bilimsel bir eğitimden ve ilişkilerden yoksun olması gerçeği ***5.10.611***, bildiğimiz kadarıyla R. S. Meikleham'ın 1824 yılında buharlı makinenin "bilimin insanlığa sunduğu en büyük armağan" olduğu görüşünü yadsımasının nedenlerinden biridir. Meikleham: "Teorisyenlerin biraz olsun katkıda bulundukları hiçbir makine bundan daha yararsız olamaz. Bu ise, yalnızca ve yalnızca pratik teknisyenler tarafından tasarlanıp geliştirilmiştir" diyordu. 5.58 Buharlı makinenin ortaya çıkışında bilimin payı üzerine ileri sürülen bu iki uç görüş bağdaşmaz değildir. Vakum pompası gibi radikal bir düşüncenin -hiç değilse bir bilim insanından önce- bir teknisyenin aklına gelebileceği kuşkuludur. Öte yandan, hiçbir bilim insanı da çalışan bir motor yapma çabası sırasında ortaya çıkabile-

cek sorunları çözebilecek yeteneğe sahip olamamıştı. Sürecin devamında görüleceği gibi, motorların daha da geliştirilmesi için radikal bilimsel görüşlerle zanaatkârların deneyim ve ustalığının çok sık bir araya gelmesi gerekmiştir.

Geliştirdiği motorda yaklaşık yetmiş yıl boyunca hiçbir köklü değişikliğin meydana gelmemiş olması ve bazı motorların yüzyıldan fazla bir zaman işler durumda kalması Newcomen'in dehası hakkında önemli bir fikir verecektir. Ne var ki bu motorlar kullanım alanı bakımından sınırlıydılar. İşleyişi, pompalama ve üfürme dışında bir işlem yapamayacak kadar düzensizdi ve çok fazla kömür tüketiyordu. Bu motorun daha da geliştirilmesi için bilimden gelecek yeni fikirlere, özellikle de nicel bir ısı biliminin doğuşuna ihtiyaç vardı.

Özgül ısı ve gizil ısı: Joseph Black

Isıdan büyük ölçüde yararlanılan sınai işlemlerin giderek yaygınlaşması ve çoğalmasıyla birlikte ısı, nicel bir bilim haline gelmeye başladı. Bu süreçte, büyük miktarlarda sıvıları kaynatmaya ve yoğunlaştırmaya alışık olan deneyimli damıtımcıların ve tuz üreticilerinin, sonra da ilk buharlı makineleri yapan ustaların deneyimleri sonucu erişilen bilimsel kavrayış önemli bir rol oynadı.

Kimyaya katkısı pnömatik devrimi başlatmak olan Dr. Black, aynı zamanda yeni ısı anlayışının da mimarıydı. Onun yaklaşımı her şeyden önce tıbbi fiziksel bir yaklaşımdı. Black açısından önemli olan, kapların içinden geçebilen ve bu arada onların içeriğini de etkileyen ateş veya ısı öğesinin doğasını açıklayabilmekti. Dr. Black farklı maddelerin kendi deyişiyle aynı miktarda "ısı maddesi" ile ısıtıldıklarında farklı sıcaklık derecelerine ulaşıldığını keşfetti. Bu sonuca ilk kez Jean Morin (1583-1655) **5.60** tarafından kullanılan -Morin çalışmalarını hâlâ dört sıcaklık derecesinin dört soğukluk derecesini dengelediği biçimindeki Araplara özgü eski görüşe dayandırıyordu- karışımlar yöntemiyle ulaştı ve bu yöntemi geliştirerek farklı maddelerin *özgül ısılarını* ya da ısı kapasitelerini belirlemekte ondan yararlandı. Bu arada, karın ve buzun erimesi için belli bir zaman geçmesi gerektiği -yani bunların sıcaklıklarında bir artış olmaksızın

ısıyı soğurmaları- olgusu üzerinde kafa yordu ve erimiş suda ısının saklanmış -yani *gizil*- halde bulunduğu sonucuna vardı. Ardından, damıtım sanatında uzun zamandır bilinen, suyu buharlaştırmak için onu kaynama noktasına getirecek ısıdan çok daha fazlasının gerektiği gerçeğinde yansımasını bulan, buharın büyük gizil ısısını ölçtü. Kaynama sırasında soğurulan ısı, buhar imbik borusunun içinde tekrar yoğunlaştırılırken yeniden ortaya çıkıyordu. Bu ısıyı gidermek için boruya çok fazla soğuk su uygulanması gerekiyordu (Şekil 10).

James Watt: Ayrı yoğunlaştırıcı

Gizil ısının keşfinin pratik alandaki ilk uygulaması Glasgowlu genç alet yapımcısı James Watt 5.26 tarafından gerçekleştirildi. Watt, üniversite tarafından Newcomen'in motorunun bir modelini onarmakla görevlendirildi. (Burada bir kez daha teknik ile bilim arasındaki karşılıklı etkileşime tanık oluyoruz.) Arızanın, soğuk silindirdeki yoğunlaşma nedeniyle her darbede yitirilen buhardan kaynaklandığını anlayan Watt, Black'in kendisini yeni keşfettiği gizil ısı konusunda bilgilendirmesinden kısa süre sonra, buharı ayrı olarak yoğunlaştırmak gerektiği sonucuna vardı. 1765 yılında ayrı yoğunlaştırıcının icat edilmesi, buharlı makineyi çok daha verimli kıldığından, onun gelişiminde yaşamsal bir rol oynadı. Yoğunlaştırıcı Watt'ın yaptığı katkıların yalnızca başlangıcıydı.

Onun yaptığı, 18. yüzyılın daha ileri fiziği ve mekaniği temelinde motorun her parçası üzerine kafa yormaktı. Volanı, cikleyi ve merkezkaç düzenleyicisini [santrifüj regülatörünü] birleştirerek makineyi en değişken yüklerde bile aynı hızda düzenli bir biçimde çalışabilecek duruma getirdi. Bu aygıt başlı başına sanayideki geri itilim ya da sibernetik denetimin ilk örneğiydi. Büyük Sanayi Devrimi'nin hemen başında ortaya çıkması nedeniyle, 20. yüzyıldaki ikinci Sanayi Devrimi'ne özgü otomatizmin de habercisiydi.

Watt'ın zamanına kadar buharlı makineler yalnızca istisnai olarak kömür havzalarından uzak madenlerde kullanılmaktaydı; Newcomen'in motoru, Smeaton (1724-1792) tarafından geliştirilmiş biçimiyle bile doğal olarak yalnızca kömürün son derece ucuz olduğu

tulumbalı [pompalı] kömür madenleri için geçerliydi. Ancak daha verimli ve istikrarlı Watt motoru ile birlikte, Cornwall'deki ağır madencilik bölgesinde üretilen mallar ve sonra da ülkenin dört bir yanına yayılan tekstil fabrikaları için gereken enerji çok daha kolay ve ucuza elde edilebilir oldu.

Matthew Boulton: Soho motor fabrikası

Çalışabilir bir buharlı makine yapılmasından önce, Roebuck Carron fabrikasındaki görece başarısız deneyimin ardından Watt, Birminghamlı imalatçı Matthew Boulton'la ortaklık kurmak zorunda kaldı. Buharlı makineyi düşünce olmaktan çıkarıp bir gerçekliğe dönüştürebilmek için öncelikle Black Country'de gelişen metal sanayisinin kaynaklarından yararlanılması gerekiyordu. Watt'ın kendisinin de bilinçsiz bir ironiyle kabul ettiği gibi, "İskoçlar doğaları gereği mühendis olma yeteneğinden yoksundular." Gerçek silindirleri sağlaması bakımından John Wilkinson'un top kovanı makinasının kullanılması özellikle değerliydi. Volanı, cikleyi ve merkezkaç *düzenleyicisini* birleştirerek makineyi en değişken yüklerde bile aynı hızda düzenli bir biçimde çalışabilecek duruma getirdi. Bu aygıt başlı başına sanayideki geri-besleme ya da *sibernetik* denetimin ilk örneğiydi. Büyük Sanayi Devrimi'nin hemen başında ortaya çıkması nedeniyle, 20. yüzyıldaki ikinci Sanayi Devrimi'ne özgü *otomatizmin* de habercisiydi.

Watt'ın zamanına kadar buharlı makineler yalnızca istisnai olarak kömür havzalarından uzak madenlerde kullanılmaktaydı; Newcomen'in motoru, Smeaton (1724-1792) tarafından geliştirilmiş biçimiyle bile doğal olarak yalnızca kömürün son derece ucuz olduğu tulumbalı kömür madenleri için geçerliydi. Ancak daha verimli ve istikrarlı Watt motoru ile birlikte, Cornwall'deki ağır madencilik bölgesinde üretilen mallar ve sonra da ülkenin dört bir yanına yayılan tekstil fabrikaları için gereken enerji çok daha kolay ve ucuza elde edilebilir oldu.

Uzun bir mücadelenin ardından - zira üstesinden gelinmesi gereken pek çok ekonomik ve teknik güçlük vardı- buharlı makine kesin

olarak kendisini kabul ettirdi ve İngiltere'nin her tarafına yayıldı. Bununla da kalmadı; Boulton tüm dünya için üretimi hedeflediğinden, çoğu İngiltere'den gelen mühendisler tarafından Fransa'da, Rusya'da ve Almanya'da buharlı makineler kullanıma sokuldu.

Lokomotif ve buhar motoru

Buharlı makinenin bundan sonraki gelişimi, teknik ve ekonomik ihtiyaçlar tarafından belirlendi. Watt'ın motoru madenlerin ve fabrikaların gereksinmelerinin çoğunu karşılayabilecek yeterlilikte olmasına rağmen ürettiği güce oranla pahalı ve ağırdı ve hâlâ çok fazla kömür tüketmekteydi. Hafiflik ve yüksek güç gereken yerlerde ihtiyacı karşılayacak olan *lokomotif* motoruydu. Bu konuda çözüm, Trevithick'in daha 1801'de göstermiş olduğu gibi, yoğunlaştırıcı olmadan da çalışabilen ve egzoz buharını havaya veren *yüksek basınç motoru*ydu. ***5.23***

Lokomotif başlangıçta başarısız oldu. Kendi yurdunda, kömür havzalarında bulunan *demiryolları* üzerinde gelişti. Gerçekten bir işe yarayabilmesi için kullanılması, mali destek bulması ve raylar gibi pek çok sorunun çözülmesi gerekiyordu. Bu nedenle, bilimin bu anlamda fazla bir rol oynamamış olması ve bu sorunlara getirilen en başarılı çözümlerin, bir maden ocağı ateşçisinin kendi kendini yetiştirmiş oğlu olan George Stephenson tarafından bulunması şaşırtıcı değildir. ***5.69*** Onun, neredeyse tamamen tesadüf eseri bulduğu en önemli icadı, egzoz buharını bir bacadan geçirerek ateşi körüklemesi ve böylece atları geçecek yeterli gücü elde ederek saatte 20 millik olağanüstü bir hıza ulaşmasıdır. Lokomotifin zaferi 1829 yılında yeni Liverpool-Manchester demiryolu hattının açılışında düzenlenen Rainhill yarışlarında onaylandı. Yarışmayı Stephenson'un Rocket'i kazandı.

Bunun deniz ulaşımına uyarlanması çok daha farklı bir sorundu. Burada ağırlığın ve boyutun bir önemi yoktu; fakat buharlı gemi kendi kömürünü kendi içinde taşımak zorunda olduğundan yakıt tasarrufu büyük önem kazanmıştı. Gerçekten de bu sıkıntı 19. yüzyılın büyük bölümü boyunca buharlı gemileri nehir ve kıyı ticare-

tiyle sınırladı. Çözüm 1871 yılında, Hornblower'ın (1743-1815) geliştirdiği çoklu genleşme ile bulundu fakat oldukça yavaş bir gelişim gösterdi. Parson'un türbininin güç üretiminde bir devrim yarattığı 1884 yılına dek yandan çark yerine pervane konulması dışında hiçbir köklü değişiklik yapılmadı.

Sanayi Devrimi sırasında ekonomi ile teknik arasındaki etkileşim

Buharlı makinenin tarihi, Sanayi Devrimi için gerekli koşulların hem ekonomik hem de teknik yönleri bulunduğunu gösterdi. Ekonomik bakımdan, tekstil sanayisinin genişleyen pazarın ihtiyaçlarını karşılayacak ölçüde büyümesi; teknik bakımdan da tekstil sanayisinin gelişmesi için olmazsa olmaz durumundaki kömürün devindirici gücü ve ulaşım olanağını sağlayacak olan yeni makinelerin üretilmesi gerekiyordu.

Buharlı makine, bilimin önemli bir katkısı olmadan, büyük ölçüde işin başındaki mühendisler tarafından geliştirildi. Bununla birlikte; makinenin işleyişi onu anlamayı, hatta daha da geliştirmeyi isteyen pek çok bilim insanının dikkatini çekti. Onların yürüttükleri çalışmalar, gazların ve buharın hareketini yöneten yasaların daha derinden kavranmasını -ki buhar tablolarının hazırlanması için bu yasaların bilinmesi gerekiyordu- sağladı ve fizikte, buharlı makinenin pratikte çoktan yapmış olduğu gibi mekanik kuvvet ile ısıyı teoride ortak bir terim *-enerji-* içinde eşitledi.

Kalorinin saptanması

Paradoksal bir biçimde, ısıyı işe dönüştüren bir araç olarak buharlı makinenin işleyişi üzerine ilk ciddi bilimsel incelemeye, onun doğduğu yer olan İngiltere'de değil, ithal malı bir ürün olarak satıldığı Fransa'da girişildi. Başlangıçta karşılaşılan en önemli güçlük, ısının ne demek olduğu konusundaki geleneksel görüşlerden kaynaklanıyordu. Daha önce gördüğümüz gibi , ısı ateşle karıştırılıyor, hatta yaşamsal bir öneme sahip olan vücut ısısının bile görünmez bir ateşten 4.87 geldiği düşünülüyordu. 18. yüzyılda ısı, maddi bir nesne

olarak düşünülmüştü. Black'in "ısı-maddesi" daha sonra Lavoisier tarafından *kalori* ismiyle vaftiz edilecekti. Ağırlığını ölçme yönündeki girişimler başarısızlığa uğrasa da bu olsa olsa ısının tıpkı elektrik ya da ışık gibi tartıya gelmez akıcı bir nesne olduğunu göstermekteydi. *5.53* Lavoisier bu yaklaşımın, kendisine ait olan "kimyasal bileşimle ısı üretilmesi" görüşüyle tam bir uyum içinde bulunduğunu ortaya koydu.

Öte yandan, ısının madde değil hareketin bir biçimi olduğu şeklindeki bambaşka bir gelenek de varlığını sürdürüyor, hatta bu görüş çok daha eskilere dayanıyordu. Çubukları birbirine sürterek ateş yakma ve demir dövme gibi asırlar boyunca uygulanan yöntemlerden elde edilen deneyim kuvvetin ısıya dönüştürülebileceğini kanıtlamıştı. şimdi de buharlı makine ısının kuvvete dönüştürülebileceğini gösteriyordu. Fakat ısı ile iş arasındaki nicel ilişkileri ortaya çıkarmak için "ateş aracılığıyla suyu yükselten" buharlı makineye ihtiyaç vardı.

Newcomen'in ilk buharlı makinesi, yapılan işin miktarı, buharlı makinede kullanılan ve maden havzaları ile kıyı bölgelerinden uzaklaştıkça daha da pahalanan kömürün masrafını zar zor karşıladığından başarısızlığa uğradı. Bir at aynı işi daha ucuza yapabilirdi. Watt, motorlarının kullanılması karşılığında alacağı ücreti belirlerken bir atın bir dakikada yapacağı işi ayak-libre birimi üzerinde hesaplamış ve motorların gücünü bu yeni evrensel birimle, *beygir gücü* ile ifade etmişti. Boulton ve Watt firmasının motorlarını satarken uyguladığı dahiyane yöntem, motorların kurulumu ve bakımının ücretsiz yapılması, motorlarının Newcomen motoru ya da iş atına oranla sağlayacağı yakıt ve yem tasarrufunun üçte birini alacaklarına dair sözleşme yapılmasıydı. *5.27*

Beygir gücünün ısıya dönüştürülmesi biçimindeki ters yönlü işlem 1798 yılında Münih'te, Kont Rumford tarafından gerçekleştirildi. Isıya, özellikle de ısının sağlayacağı ekonomik yararlara karşı her zaman ilgi duymuş olan Rumford, top namlusunun delinmesi sırasında açığa çıkan ısıya dikkat etti ve sonra bu ısıyı ölçtü. Belli miktarda herhangi bir maddeden muazzam bir ısı elde edilebileceğini göstermesi, maddi ısı teorisini etkili bir biçimde çürütmesi demekti. Ne var ki alternatif bir teori oluşturmak için bu yeterli değildi.

Carnot: Tersinir ısı motoru

Bir motorun kazanındaki ısının volandaki güce dönüştürülmesi çok sık yararlanılan bir uygulama olmasına karşın, uzunca bir süre pozitif bilimlerin yörüngesine oturtulamadı. 5.3 Her motorun, yaktığı kömürü yaptığı işe çeviren kendine özgü dönüştürme katsayısı vardı ve göründüğü kadarıyla motorlar geliştikçe bu çarpan azalıyordu. Görünürde verimliliğin sınırı yoktu, fakat yine de böylesi bir sınır bulunmalıydı yoksa sonsuz hareketin mümkün olması gerekirdi. Bu tür değerlendirmeler 19. yüzyılın fark edilmemiş büyük dehalarından olan Sadi Carnot'un *Réflexions sur la puissance matrice de feu* (1824) adlı yapıtını yazmasına yol açtı. Sadi Carnot (1796-1832), Fransız Devrimi'nde "zaferin örgütçüsü" Lazore Carnot'un oğluydu. Yeni École Polytechnique'de mühendislik eğitimi görmüş ve yeni makinelerin işleyişinde matematiksel-fiziksel ilkelerden ilk yararlananlar arasında yer almıştı.

Carnot buharlı makineyi, yüksek ısıda *kalorinin* motor boyunca akarak yoğunlaştırıcıda düşük bir ısıyla motoru terk ettiği bir tür değirmen olarak düşündü. Bu süreçte hiç kalori yitirilmezse, olası maksimum iş yapılmış olacaktı. Bunun sağlaması ise motorun tersine çevrilebilme kapasitesiydi. Motor, bugünkü deyişimizle bir *ısı pompası* gibi çalışarak aynı miktarda kaloriyi düşük dereceden yüksek dereceye çıkarmak için aynı enerjiyi ters yönde kullanabilecekti. Carnot, bu en uygun *tersine çevrilebilirlik* koşulları altında bile ısının yalnızca çok az bir miktarının işe dönüştürülebileceğini gösterdi. Bir başka deyişle, iş ancak farklı sıcaklık derecelerindeki ısının transferi yoluyla yapılabilirdi. Bu, sonradan adlandırıldığı gibi *termodinamiğin ikinci yasasıydı.*

Carnot daha da ileri giderek, ısının bir bölümünün gerçekten motorda işe dönüştüğünü gördü hatta bunun miktarını bile hesapladı. Ne var ki edindiği bilgileri yayınlayamadan koleradan öldü ve ısının mekanik eşdeğeri konusundaki büyük keşfi, elli yıl boyunca defterinde saklı kaldı. Bu arada yayınladığı eseri de uzun süre bir köşede unutulup kaldıktan sonra 1832'de Clapeyron tarafından günışığına çıkarıldı. Nitekim bu kitap, sonradan yeni termodinamik

biliminin temellerini oluşturacaktı. Isı ve iş arasındaki ilişkilerin tam olarak aydınlatılması içinse bir çeyrek yüzyıl daha beklemek gerekiyordu. 5.3 Günü geldiğinde ise zamanı çoktan geçmiş olacaktı.

Enerjinin korunumu: Mayer, Joule, Helmholtz

1842 yılında *ısının mekanik eşdeğerini* ilk tahmin eden kişi, bir gemi doktoru olan Robert Mayer (1814-1887) idi. Bundan az sonra, bu bilgi amatör bir bilimci ve zengin bir bira üreticisinin oğlu olan Joule (1818-1889) ve bir fizikçi ve fizyolog olan von Helmholtz (1821-1894) tarafından da ortaya atıldı. En azından beş ayrı fizikçi ve mühendisin daha birbirlerinden bağımsız olarak, çok açık bir biçimde ifade edilmemiş olmasına karşın genel hatlarıyla aynı düşünceye ulaştıkları anlaşılmaktadır. Başta gelen üç büyük keşifçinin yaklaşımları özgün ve birbirinden farklıdır. Mayer, evrensel felsefi değerlendirmelerle sonuca ulaştı. Cisimlerin yerçekimine bağlı olarak düşmesiyle elde edilen *vis viva* (enerji) ile sıkışmış gazların açığa çıkardıkları ısı arasındaki benzerlik dikkatini çekmiş ve bundan hayli etkilenmişti. Joule bu düşünceye, yeni elektrik motorunun ne ölçüde pratik bir güç kaynağı olabileceğini öğrenmek amacıyla yaptığı deneyler sonucunda ulaştı. Motoru çalıştıran akümülatördeki çok pahalı olan çinkonun yakılıp tüketilmesi nedeniyle elektrikli motorun verimli bir enerji kaynağı olamayacağını görünce, iş ile ısı arasındaki nicel eşitlik üzerine kafa yormaya başladı. Bunu ilk olarak 1843 yılında Cork'taki British Association'a bildirdi fakat pek fazla dikkate alınmadı. Kraliyet Akademisi makalesinin tamamını basmayı reddetti ve Joule'un düşüncelerini kabul ettirebilmesi için çok daha kesin sonuçlar veren deneyler yapması gerekecekti. *5.3*

Helmholtz 1847 yılında Newtoncu hareket anlayışını, karşılıklı olarak birbirlerinin çekim gücü altında hareket eden çok sayıda cismi kapsayacak şekilde genelleştirmeye çalışırken, kuvvetin ve gerilimin -yani bugünkü deyişimizle kinetik ve potansiyel enerjinin- toplamının aynı kaldığını gösterdi. Bu, en biçimsel anlamda *enerjinin korunumu* ilkesidir; fakat, ısı hakkındaki yeni öğretileri eski mekanik öğretilerle uzlaştırdığı için de büyük önem taşımaktadır.

Bu süreç sonradan büyük ölçüde hem Joule'un hem de Helmholtz'un dostu olan Lord Kelvin tarafından *Isının Dinamik Eşdeğeri* (1851) başlıklı makalesiyle tamamlandı.

Yaklaşımları ne kadar farklı olursa olsun bu kaşiflerin hepsi de doğrudan ya da dolaylı olarak buhar çağının 5.3 atmosferinden, özellikle de lokomotiften etkilenmişlerdi. Mayer'in dediği gibi: "Isıyı kazandan damıtıp çıkaran, dönen tekerleklerde mekanik işe dönüştüren ve tekrar yoğunlaştırarak dingillerde, tekerlek kasnağında ve demiryolunda ısıya çeviren lokomotiftir."

Enerjinin korunumu ilkesi (mekanik iş, elektrik ve ısı enerjinin yalnızca farklı biçimleriydiler) 19. yüzyıl ortalarının en önemli fiziksel keşfiydi. Bu keşif pek çok bilim dalını bir araya getirdiği gibi çağın eğilimleriyle de son derece uyumluydu. Enerji, fiziğin evrensel birimi -evrendeki değişimlerin, tıpkı altın gibi, kendisi temel alınarak düzenlendiği genel ölçüt- haline geldi . Farklı enerji birimleri -ısının kalorileri, işin ayak-libresi ve elektriğin kilowat-saati- arasında sabit bir değişim kuru belirlenmişti. İnsanın tüm faaliyetleri -sanayi, ulaşım, aydınlatma ve son olarak da yiyecek ve yaşamın kendisi- tek bir ortak terime dayandırılacaktı: *Enerji*.

Enerjinin kullanılabilirliği

Ne var ki yüzyılın sonlarına doğru son derece iyimser görünen enerji doktrini, önemli olanın evrendeki enerjinin miktarından çok bu enerjinin kullanılabilirliği olduğunu ve bunun da giderek güçleştiğini gösteren termodinamiğin ikinci yasasının kavranmasıyla birlikte önemli bir değişikliğe uğradı. Maxwell'in moleküler terimleriyle söyleyecek olursak, hızlı (sıcak) ve yavaş (soğuk) moleküllerle işe başlayan her sistem, moleküllerin çoğunun ortalama hızla (ılık) hareket etmesiyle sona erecekti ya da Gibbs'in (1839-1903) deyişiyle bir sistemin karmaşıklığı (entropisi) daima artma eğilimindedir.

Evren bir bütün olarak ele alınacak olursa, ısı kaynaklarının kaçınılmaz bir biçimde giderek evrensel bir ılıklığa bürünecekleri ve böylece evrenin "ısı ölümü"ne varılacağı görülecekti. Bu görüşün önde gelen savunucusu Kelvin, evrensel bir orta halliliğe doğru bu

gidişten âdeta büyük bir sevinç duyuyordu. Gerçeğe daha çok yaklaşarak, güneşin sonsuza dek parlayamayacağını ve dolayısıyla dünyanın varlığını birkaç yüz milyon yıldan daha fazla sürdüremeyeceğini kanıtlamayı başardı. Jeologlara evrimi açıklayacak zaman bırakılmamıştı fakat fizikçilerin otoritesi günü kurtarmaya yetti. Ancak fizikçiler de pek çokları gibi bu öngörülerinde yanılmaktaydılar. Atomun içinde çok daha büyük yeni güç kaynaklarının bulunduğunun keşfedilmesiyle birlikte bu görüşün yerle bir olması kaçınılmazdı. Yine de Kelvin'e haksızlık etmemek için onun şu sözlerle öngörülerini sağlama bağladığını belirtelim: "şimdilik bilmediğimiz yeni kaynaklar yaradılışın büyük hazinesinde bulunmadığı sürece..." ***5.88***

Enerji felsefesi: Mach, Ostwald ve neo-pozitivizm

Daha çok le Chatelier'in (1850-1936) ve Gibbs'in (1839-1903) sayesinde termodinamiğin kimya ve hatta biyoloji alanlarına ulaşması da yine bu dönemde oldu. 5.6 Bir süre, bütün doğal fenomenlerin, mekanik enerjiyle ve ısıyla ilgili basit gözlemler çerçevesinde açıklanabileceği sanıldı. Nitekim Mach gibi filozofların ve Ostwald gibi kimyagerlerin elinde bu görüş atom teorisinin kaba materyalizminden ve radikalizminden kaçış umudu verir gibi göründü.

Madde ve atom gibi fiziksel hipotezlerin artık gerekli olmadığı ve tüm bir bilimin doğrudan doğruya temelgözlemlerden çıkarsanabileceğini ileri süren yeni bir pozitivizm ortaya çıktı. 1886'da Maxwell tarafından geliştirilen ve atomların varlığını gerektiren kinetik atom teorisi bu eğilimle çelişiyordu. Ancak Maxwell'in atomları tamamen varsayımsaldı ve atomların ölçülebilir ve sayılabilir maddi nesneler olarak kabul edilebilmesi için yeni kanıtlara ihtiyaç vardı.

9.2. MÜHENDİSLİK VE METALURJİ

18. ve 19. yüzyılların belirgin özelliklerinden biri makinenin zaferiydi. Ne var ki bilimin burada oynadığı rol yine de oldukça önemsizdi. Çünkü gerek mühendislikte gerekse metalurjide geleneksel el emeğine dayalı teknik unsur ile kârlılığa dayalı ekonomik unsur baskındı. Bununla birlikte bilimsel unsur her zaman için etkindi ve

giderek önem kazanarak 20. yüzyılda önderliği eline almasını sağlayacak olan zemini hazırlamaktaydı.

Mühendislik tarihinin 18. ve 19. yüzyıllarda geçirdiği büyük yaratıcı evre, ticaretin ve sanayinin giderek artan ihtiyaçları ile yeni kâr olanakları yaratan yeni çalışma araçları –makineler, motorlar, malzeme– arasındaki sürekli etkileşimi gözler önüne sermektedir. Tekstil makinelerinin kullanıma sokulmasını sağlayan etken, daha fazla iplik ve daha fazla kumaşa duyulan ihtiyaçtı. Daha fazla kömür ihtiyacı ilk buharlı makinelere, görülmedik ölçüde bollaşan malların taşımacılığının daha ucuza yapılmasına ihtiyaç duyulması ise limanların, kanalların, karayollarının ve köprülerin geliştirilmesine ve köklü bir yenilik olan demiryollarının yapılmasına yol açtı . Bu ihtiyaçları karşılamak üzere geliştirilen yeni mekanizmalar ve araçlar yeni olanaklar doğurarak kısa sürede o güne dek düşünülmemiş yeni alanlarda ve girişimlerde kullanılmaya başlandı. Böylece, önceleri yalnızca su pompalamak amacıyla geliştirilen buharlı makine, daha sonra ocakları körükleme ve demir dövme işinde kullanıldı, ardından da makineleri çalıştıran su çarkının yerini aldı. Çok sonraları, gemilere ve vagonlara monte edilerek otomatikleşti ve buharlı gemi ile lokomotifin yolunu açtı. Benzer bir biçimde makine üretiminin kendine özgü gerekleri sonucu ortaya çıkan ucuz demir ve ucuz çelik yeni makinelerin, taşıtların, gemilerin ve binaların yapımında bir devrim yarattı.

Mühendisler

Makinelerin ve madenlerin gelişiminin her aşamasında el sanatçıları yeni cihazları deniyor ve yararlanabilecekleri her alanda ellerinden geldiğince bilimi özümsemeye çalışıyorlardı. Bilim insanları da dayandıkları ilkeleri anlayabilmek için zanaatları öğrenmek zorunda kaldılar. Bu süreci, 1750-1850 yılları arasındaki önemli dönemde yaşamış mühendislerin yaşam öyküleri aracılığıyla izleyebiliriz. Bu konuda, büyük İngiliz tarihçi Samuel Smiles'in 5.78-80 ve bir sonraki kuşaktan Dickonson 5.26-28 ile Newcomen Topluluğu'nun diğer üyeleri gibi daha bilgin tarihçilerin eserleri bize yeterince ışık tutmaktadır. Uzun bir süre Sanayi Devrimi'nin merkezi olarak kalan

İngiltere'de mühendisler çoğunlukla basit bir işçi olarak işe başlayan yetenekli ve hırslı fakat genellikle okuma yazması olmayan ya da kendi kendini yetiştirmiş kimselerden oluşuyordu. Bunlar ya Bromah gibi değirmen ustası, Murdoch ve George Stephenson gibi teknisyendiler ya da Newcomen ve Maudslay gibi demirciydiler. Bilimle daha yakından ilişki içinde olmaları dışında Smeaton ve Watt gibi araç-gereç üreticileri ile Nasymith (1808-1890) gibi sanatçıların veya Trevitchik gibi maden mühendislerinin de onlardan pek farkı yoktu. Fabrikaların küçük, devletin ve askeri okulların daha büyük bir rol oynadığı Fransa'da mektepli mühendisler baskındılar. Bunlar arasında Jars, Monge, Poncelet, Fourneyran, Sadi Carnot ve Fransız mühendisliğinin İngiltere'ye armağanı olan Marc Brunel'in (1769-1849) adlarını sayabiliriz. 1850'den sonraki dönemde bilimin egemenliği daha da baskın hale geldi ve bununla birlikte önemli gelişmelerde Almanya öne çıktı. Almanya'nın Siemens ailesi, Otto'su ve Diesel'i karşısında İngiltere'nin yalnızca Parsons'u vardı.

Tüm bir Sanayi Devrimi döneminin belli başlı eğilimleri, daha ustaca mekanizmalar icat edilmesi ve makinelerin performansının sürekli olarak geliştirilmesi yönünde oldu. Isı motorları ve elektrikli makineler gibi yeni fiziksel ilkelerden yararlanılan aletler dışında, bilime pek fazla gerek duyulmadı. Çoğunlukla işçilerin çalışmaları taklit edilerek yapılan mekanizma tasarımları, okulda öğrenilemeyecek kadar karmaşık bir matematik bilgisi gerektiriyor ve daha çok saat imalatçıları ile çilingirlerin geleneksel yaratıcılıklarından doğuyordu. Ancak, başarılı olabilmeleri için bu yaratıcılığın, dönemin sınai ihtiyaçlarının neler olduğu konusunda doğru bir kavrayışla ve emek tasarrufunun nerelerde olası ve kârlı olacağının bilgisiyle birleştirilmesi gerekiyordu. Böylesi yetenekler nadiren bir arada bulunduğundan, icatlardan yararlananlar -pamuklu dokuma alanında Sanayi Devrimi'nin büyük girişimcisi Arkwright gibi - genellikle icadı yapanların ayağını kaydırıp onların yerini aldılar. Mucitler iflas edip batsalar da icat ettikleri makinelerin üretimi sürüyordu. 1750'den sonra mucitler ile icatları kullananların birleşmesi, onları sırtları yere gelmeyecek kadar güçlü kıldı. İnsan elinin yerini alan usta işi makineler tekstil sanayisinden başlayarak, hem tüketim malları üreti-

mini hem de madenleri ve makine sanayisinin kendisini kapsayacak şekilde yüzlerce sanayi koluna yayıldı. Makineler, özellikle köleliğe rağmen toprağın onu işletecek insanlara oranla bol ve verimli olduğu Amerika'da, tarım ve gıda üretimi gibi en geleneksel olanları bile ele geçirdiler. Çeşitli ve uygarlığın gelişimi üzerinde büyük etkisi bulunan 18. ve 19. yüzyıl makineleri, 20. yüzyıldaki makinelerin tersine, yeni ilkelerden yararlanılmasının değil, daha çok eski ilkelerin birleşmesinin ürünüydüler. Dolayısıyla ne bilime çok şey borçluydular ne de ona çok şey kazandırdılar.

Verimlilik ve yararlılık: Türbin ve içten yanmalı motor

Makinelerle motorların, özellikle de buharlı makinenin *performansının* arttırılması, birbiri ardı sıra gelen mühendis kuşaklarının görevi olacaktı. Dönemin büyük bölümü boyunca bu görevin yerine getirilmesi esas olarak ayrıntılı yenilikler ve daha iyi tasarımlar yoluyla motoru çeşitli kullanım alanlarına uyarlamak ve tüketilen yakıtın ağırlığı ya da maliyetine oranla ürettiği gücü arttırmak demekti. 19. yüzyılın sonlarında Carnot'un düşünceleri ve bu düşünceler üzerine inşa edilen termodinamik, mühendislik dünyasına giderek nüfuz etti. Ancak bu görüşler, eski pistonlu motorları geliştirmekten çok türbinlere ve içten yanmalı motorlara yol açması nedeniyle devrimci anlamda etkili oldular.

Yeni gelişmeler enerji üretimi dünyasını daha kolay yönetilip uyarlanabilir bir bölüme ayırdı. *İçten yanmalı motor* düşük güç birimine, motorlu taşıtlara ve sonra da uçağa; buhar *türbini* ise dev şileplere ve dağıtılabilir elektrik enerjisi üretimine kaynak oldu. Bunlar 19. yüzyılın ürünleri olmalarına karşın, etkili olabilecekleri alanları ancak 20. yüzyılda buldular.

Yapım mühendisliği: İmalat makineleri

Makine kullanımının doğurduğu kâr olanakları makine-üretim sanayisine; bu da, zanaatçılıkta bir devrim yaratıp makineleşme sürecini bir adım daha ileri götürerek makine yapan makinelerin üretilmesine yol açtı. Bu makinelerin ilki ve en önemlisi Maudslay'ın

tesviye tornası ile Whitworth'un vida kesme tornası [screw-cutting lathe] idi (Şekil 13). **1.31 ;5.10** Bu devrimin bilime bedeli küçüktü ve Maudley'in düzlemi, mikrometre, Whitworth'un standart vidaları gibi geometrinin titiz bir biçimde uygulanmasıyla elde edilen el emeği-göz nuru ürünlerle sınırlıydı. Burada, değirmen ustası ile saatçinin eski gelenekleri iç içe geçip kaynaşarak yeni *makine mühendisliğine* dönüştü. Bunu mümkün kılan koşullar istenilen şekilleri alabilen metallerin -ilkin demirin, ardından da çeliğin- kolay bulunur oluşu ile bunları işleyebilecek mekanik gücün varlığıydı. Mühendisliğin görevlerinin Antik Çağ'ın kaynaklarının kapsamını aşması ancak 19. yüzyılın ortalarına doğru mümkün oldu. Nasmyth'in buharlı çekici, Vulcan'ın demirci ocağının geleneklerini bir daha gelmemek üzere ortadan kaldırdı; makine yapımı da insanın boyunu aşıp makinenin üstesinden gelebileceği bir iş haline geldi. ***5.63***

İstenilen ölçülere uygun metal parçaların üretimi, bilime çok şey borçlu olmamakla birlikte makinelerin düzgün ve sarsıntısız çalışmasına bağlı olduğundan, makine mühendisliğinin kendisini bilimselleştirmesine yardımcı oldu. Newton mekaniğinin 18. yüzyıldaki en ileri matematiksel uygulamaları, işbaşındaki mühendislerin pek işine yaramıyordu çünkü en usta zanaatkârlarca yapılan ve bir istisna oluşturan saatler dışında, makineler yeterince kusursuz bir biçimde üretilemiyordu. Savaşların yaşamsal gereksinimleri olan silahlar bile, uzun zamandır bilinen balistik teorilerinden ciddi anlamda yararlanılabilecek şekilde yeterince düzgün ve standart bir biçimde yapılamıyordu. ***4.50*** İstenilen ölçülere uygun metal kesimiyle birlikte bu durum tamamen değişikti. Mekanik aygıtların performansları daha çizim masasında yaklaşık olarak hesaplanmaya başladı. Bu, aynı zamanda parçaların birbirleriyle değiştirilmesini sağladı ve böylece 20. yüzyılın seri üretim yöntemlerinin yolunu açtı. Bunun ilk örnekleri Eli Whitney'in (1765-1825) 1800 yılında üretime başlayan misket-tüfeği fabrikasıyla, Jeremy Bentham'ın kardeşi Sir Samuel Bentham tarafından donanma gereçleri için ilkin 1784'te Rusya'da kurulan kalıp fabrikasıydı. Bu fabrika, Maudslay'ın makine üretimi yaptığı İngiliz Donanması'nın levazım fabrikasına örnek oluşturacaktı. İki örnek de önemli ölçüde savaş teknolojisi idi.

Metal devrimleri

Yeni makinelere; öncelikle madenlerde, ardından demir yollarında, gemilerde ve inşaatlarda ağır makinelere duyulan talep -hiç bitmeyen askeri ihtiyaçların sözünü bile etmiyoruz- ancak sürekli artan bir miktarda ve yüksek kaliteli metal akışıyla karşılanabilirdi. Demirin ve çeliğin kolay elde edilebilir oluşu ile bu durumun metalurji teknolojisinde yol açtığı devrim, Sanayi Devrimi'nde tekstil makineleriyle buharlı makinenin icat edilmesi kadar önemli etkenlerdir. Makine yapımında olduğu gibi burada da 19. yüzyılın sonlarına doğru büyük ölçekli çelik üretimindeki kritik aşamaya gelinceye dek metalurjik devrim bilime az, pratik insanlara ise çok şey borçluydu.

Demir ve çelik metalurjisi bir zanaat olarak en az 3000 yıldır uygulanmaktaydı. Gerek Batı'nın gerekse Doğu'nun Ortaçağ demircilerinin ustalıklarını aşmak neredeyse olanaksızdı. Ne var ki onların özenle yaptıkları el emeği ürünleri hem pahalıydı hem de miktar bakımından ancak balta, at nalı, saban demiri, silah ve zırh gibi oldukça durağan talepleri karşılayabilecek durumdaydı. 16. yüzyıl savaşlarının doğurduğu yeni top talebi, köklü bir yenilik olan dökme demir icadından sonra bile Batı Avrupa üretiminin sınırlarını zorlamaktaydı. Zira, temel kömür üretimi hâlâ odun kömürüne dayanıyordu ve kaynakların giderek tükenmesi sanayiyi Rusya'nın ve Amerika'nın ormanlık bölgelerine sürdü.

Demir çağı

Gelişmekte olan ticaret ve sanayinin giderek artan talepleri karşısında odunun yetersiz kalması 18. yüzyılın ortalarında odun kömüründen taş kömürüne ya da kok kömürüne doğru devrimci geçişi zorlayan etkendi. Böylece, evlerde ve sanayide yakıt olarak odunun yerini alan kömür, kömür havzalarının ormanlık bölgeler karşısında üstünlük kazanmasını sağladı. Demir üretiminde kömürden yararlanma olasılığı uzun zamandır düşünülmesine karşın, daha önce gördüğümüz gibi bu olasılığın başarıyla gerçeğe dönüştürülmesi o dönemin biliminin sınırlarını oldukça aşan pek çok fiziksel ve kimyasal sorunun çözülmesine bağlıydı. Bu sorunların, ondan da önce gelen ürün satı-

şından kâr edebilme sorunuyla birlikte pratikte çözülmesi gerekiyordu. Sturtevant olayında olduğu gibi, ilk planlamacıların başarısızlıkları çoğunlukla aşırı hırslı finansman ve tekelleri güçlendirme çabaları ile birlikte anılır. Yalnızca Caalbrookdale'den Quaker mezhebine bağlı Darbys ailesinin *5.79* sabrı, azmi ve dürüstlüğü tüm bu sorunların üstesinden gelmeyi başardı ve 18. yüzyılın ortalarına gelindiğinde ucuz demir çağı başlamış oldu. Bir ton dökme demir 1728'de 12 sterlinken 1802'de 6 sterline düştü. **5.2** Ne var ki dökme demirin kullanım alanları sınırlıydı. Gerçi demiryolları, destek direkleri, köprüler, çarklar, motor silindirleri bu demirden yapılabiliyordu ama bununla bir motorun veya makinenin işleyen parçalarını ve kesme-biçme aletlerini yapmak olanaksızdı. Gerilme gücünün ya da sağlamlığın gerekli olduğu yerlerde dövme demir; bunlara ek olarak sertlik ve esneklik de gerekiyorsa çelik kullanılmak zorundaydı. 1740'ta Huntsman'ın ocak çeliği ve 1784'te Cort'un ayrıştırma ve haddeden geçirme işlemleri ile üretim sorununa kısmi çözümler bulundu. Her ikisi de yetenek ve zekâ eseri olan bu icatlara resmi bilimin hiçbir katkısı olmamıştı. 18. yüzyılın başlarında Réaumur'un *L'art de Convertir le Fer Forgé en Acier* (1722) adlı yapıtı dönemin biliminin hem yetersizliklerini hem de olanaklarını gözler önüne serer. Réaumur, özenli deneyler sonucunda çelik üreticilerinin sırrını çözmeyi başardı; Chalybes'in zamanından beri korunan bir sırdı bu. Çelik, -ne çok az ne de çok fazla- karbon içeren demirdi. Réaumur dökme demirle dövme demiri birlikte eriterek, kendisinin de çelik üretebileceğini gördü. Ulaştığı sonuçları yayınladı ve böylece bilimsel yayın özgürlüğünün en soylu savunucuları arasında yerini aldı. *1.3.121* Ne var ki hiç kimse bundan yararlanamadı; ya demirci ustalarının okuma-yazmaları yoktu ya da onlar Réaumur'un getirdiği çözümleri uygulanamaz buldular.

18. yüzyılın sonlarında ve 19. yüzyılın başlarına doğru demir üretimi alabıldiğine arttı. Çelik üretimi bunun çok gerisinde kalmıştı. Gelişmeler, önce basınçlı ardından da sıcak hava püskürten bir körük kullanarak süreci hızlandırma yönündeydi. Bu yöntem bir gaz kimyageri olan Neilson'un (1792-1865) buluşuydu **5.4** Asırlık bir süreci dönüştürmek için yeni mekanik güçlerden yararlanma dışında pek fazla yenilik içermiyordu.

Çelik çağı: Bessemer, Siemens, Gilchrist Thomas

Bessemer'in büyük miktarlarda dökme çelik üretmenin bir yolunu bulması sonucu gelen köklü yeniliklerle kritik eşik aşılmış oldu. Bessemer'in çelik fırınında, eritilmiş dökme demirin içine üflenen havanın karbonu yakmasıyla elde edilen çeliği eriyik halde tutmaya yetecek bir ısı üretiliyordu. Teorik bir temelden yoksun olması ve deneyler yoluyla ulaşılması nedeniyle buna yarı bilimsel bir buluş da denilebilir. Bessemer bir bilim insanı değil tipik bir mucitti. Bilimden ancak kendisine yetecek kadar haberdardı; metallerle ilgili biraz deneyim sahibiydi fakat demir sanayisine yabancıydı. ***5.3; 5.87*** Ne demirci ustalarının ne de metalurji profesörlerinin asla böylesine çılgınca işlemler önermemiş olmaları dikkat çekicidir. Onlar bunların bir işe yaramayacağından emin olacak kadar bilgiliydiler.

1856 yılında Bessemer'in çeliğinin piyasaya çıkmasından kısa bir süre sonra, Siemens'in ısının yeniden üretilmesi ilkesinin açık ya da yansıtmalı fırına uygulanması yoluyla daha eski bir işlem yeniden canlandırıldı. Bu ilke, kullanılmış olan sıcak gazların yeni gelen havanın ısıtılmasında ve böylece ısının yükseltilmesinde kullanılmasını öngörüyordu. Bu şekilde büyük miktarlarda çelik eritilebilecek ve Réaumur'un yöntemi başta dökme demir olmak üzere hurda ve cevher durumundaki demire uygulanabilecekti. 1867 yılından sonra açık fırın, Bessemer'in çelik fırınının ciddi bir rakibi durumuna geldi.

Her iki işlemin de önemli bir yetersizliği vardı: Bunlar yalnızca İsveç, İspanya ve Superior Gölü çevresi gibi çok geniş olmayan bir bölgeden çıkarılan, nispeten saf demir cevherlerine uygulanabiliyordu. Bu işlemlerin Cleveland ve Lorraine bölgesinden bol miktarda çıkarılan tortulu cevherlere uygulanabilmesi için atılması gereken bir adım daha vardı: Zararlı fosforu emecek bazik astarlamanın kullanılmaya başlanması. Bazik astarlama Gilchrist Thomas'ın 1879'da gerçekleştirdiği bir buluştur ve doğurduğu sonuçların büyüklüğünden çok, tepeden tırnağa bilimsel olması nedeniyle önemlidir. **5.3; 5.87** Thomas, Stepney'deki bir sulh mahkemesinde kâtiplik yaparak geçimini sağlamasına karşın metalurji teorisine tümüyle hâkimdi;

yapmaya çalıştığı şeyin tamamen farkındaydı ve Londra'da bir mahzende yaptığı deneyler üç yıl içinde başarılı bir biçimde tam kapasite üretime dönüştürülebilecekti. Onun yürüttüğü çalışmalar bir sonraki yüzyılın sınai araştırmalarının habercisiydi.

Bu üç işlem, hep birlikte çelik çağını başlattılar. Önce mühendislikte odunun, ardından da demiryollarında, gemilerde ve silahlarda dökme demirin yerini çeliğin alması sürecinin tamamlanmasını sağladılar. 19. yüzyıl sonu emperyalizminin üzerinde yükseldiği temel, deniz ticaretine, tropikal sömürgelerin demiryolu ve gelişen limanlar aracılığıyla sömürülmesine, kara ve deniz savaşları için o güne dek görülmedik kadar masraflı hazırlıklara verdiği önemle ile birlikte ucuz çelikti.

9.3. ELEKTRİK VE MANYETİZMA

Newton çağının sona ermesinin ardından ortaya çıkan ilk bilim elektrik oldu. Bunun nedeni, kısmen fizik bilimleri içinde Newton'un ilgi göstermediği, dolayısıyla da onun büyük ürününün ve otoritesinin daha sıradan araştırmacıları korkutmadığı tek alanın bu olmasıdır. Elektriğin uzun ve macera dolu, efsanevi bir geçmişi vardır. Bildiğimiz en eski zamanlardan beri insanlar kehribara değer vermişler ve muhtemelen sürtüldüğü zaman küçük cisimleri çekme gücünde olduğunun farkına varmışlardı. Bununla, mıknatısın çok daha güçlü olan çekim kuvveti arasında benzerlik kurmaları doğaldı; her ikisinin, antik çağların genel sihirli düşünceleriyle bağdaştırılmaları da öyle. Cazibe ve çekim doktrini; yani *erdemin* belirli bir maddede bulunması ve uygun bir yaklaşımla canlandırılması düşüncesi kehribarda ve daha da güçlü bir biçimde mıknatısta somutlanıyordu. Çünkü bunlar erdemlerini dokunmak suretiyle sihirli bir biçimde başka maddelere aktarma özelliğine sahiptiler.

Bununla birlikte manyetizma bilimi, ancak bu erdem denizci pusulalarında olduğu gibi yararlı bir amaç uğruna kullanılabildiğinde başladı. Hacı Peter ve Robert Norman'dan Gilbert'e kadar pusula üzerine yürütülen çalışmalar sonucu atılan adımlara ve manyetizmanın bilimsel olarak incelenmeye başlanmasına değinmiştik.

Gilbert'in *De Magnete*'si yalnızca mıknatısları incelemekle kalmıyor, kehribarınkini de kapsayan genel bir çekim ilkesini ve ilk elektrikli alet olan dengeli göstergenin icadını da içeriyordu. Bu göstergelerin türevleri olan elektroskoplar ve galvanometreler ilerde bilime pek çok veri sunacaklardı.

İlk elektrik: Sürtünmenin etkileri

Gilbert'in manyetizması her ne kadar daha önce gördüğümüz gibi bir çekim teorisinin oluşturulmasına esin kaynağı olmuşsa da elektrik üzerine yaptığı deneyler 17. yüzyılın büyük deneyci dönemi boyunca onun bıraktığı yerden daha ileriye götürülmedi. Manyetizma, ilk evrelerinde kârlı bir uygulama vaat ediyor gibi görünmüyordu. Daha çok felsefi bir oyuncak gibiydi ve bu yanıyla dönemin büyük ölçüde mekaniğe ve vakuma yoğunlaşmış olan ilgisinin dışında kalıyordu. Yine de vakum üzerine yapılan birtakım deneyler daha sonra gerçekleşecek olan önemli gelişmelerin yolunu açacaktı. Vakum pompasının mucidi Von Guericke, 1665 yılında sürtünme yoluyla kıvılcımlar elde ettiği dönen küreyi geliştirdi. Bu, gelecek yüzyılın elektrikli makinelerinin ilk örneğiydi; fakat Von Guericke açısından kozmolojik teorileri aydınlatacak bir modeldi yalnızca. Picard (1620-1682) 1675 yılında, karanlıkta sallanan bir barometrenin yeşil bir ışık –cıva fosforu– saçtığını fark etti. Bu durum 18. yüzyılın hemen başında, Newton'un asistanı olan Hauksbee'nin (ö. 1713) ilgisini çekti. Hauksbee sürtünmenin aynı zamanda elektrik de üretmesi nedeniyle vakum içinde aydınlatıcı bir etkisi olduğunu –florasan lambaların habercisi– gösterdiyse de bunun nasıl gerçekleştiğini kavrama konusunda fazla bir ilerleme kaydedemedi.

Gray: İletkenler ve yalıtkanlar

Bu deneylere olan ilgisi, amatör İngiliz bilimci Stephen Gray'in (ö.1736) 1729'da elektriğin iletimi konusunda aydınlatıcı bir keşifte bulunmasını sağladı. Neredeyse tamamen rastlantısal bir biçimde başlamış olmasına karşın sonradan deneylerini mantıksal bir tarzda adım adım geliştirerek, cam bir tüpü sürterekelde edilen elektriğin

çok uzak mesafelere iletilebileceği fikrine ulaştı. İlk gözlemi, cam tüpün iki ucuna yerleştirdiği motorların küçük kâğıt ya da metal parçaları çekmesiydi. Ardından, motorların ucuna çubuklar, çubukların ucuna topuzlar, sonra tellere iliştirilmiş küçük toplar taktı ve bunların hepsinin elektriği aynı şekilde çektiğini gördü. En sonunda, ipek ilmekler üzerindeki iplik yumaklar aracılığıyla elektriği bahçenin etrafında dolaştırdı ve böylece ilk elektrikli telgrafı üretmiş oldu. Yaptığı temel keşif, elektriğin maddesel herhangi bir hareket görülmeden bir yerden bir yere akabilen, ağırlığı bulunmayan, *ölçüye gelmez bir akışkan* olduğuydu. Elektrik, üretildiği cam ya da ipek gibi cisimler içinde tutulabiliyordu. O bu cisimlere *elektrikler* adını verdi -biz bugün onlara *yalıtkanlar* ya da *dielektrikler* diyoruz. Elektrik bu cisimlerin içinden akamıyordu. Öte yandan, metallerden ya da tel sicimlerden geçiyordu ve onların içinde elektrik üretilemiyordu. Bunlar *elektriksizler* yani *iletkenler*di.

Dufay: Elektriğin iki türü

Bu deneylerle ilgili son derece anlaşılır ve ilginç olan haberler hızla dört bir yana yayıldı ve elektrik, amatörlerin takip ettiği eğlendirici bir konu haline geldi. 1733 yılında Fransa'da Dufay, cam ya da kehribarın hangisi ovulmuşsa ona göre değişen iki tür elektrik olduğunu fark etti: Camsı elektrik ve reçinemsi elektrik. Pek çok kişi, çeşitli deneyler gerçekleştirmek için elektrikli makineler yapmaya ve hatta bunları para karşılığında sergilemeye başladı.

Leyden kavanozu ve elektrik şoku

Gerçekleştirilmeye çalışılan düşüncelerin biri de elektrik akımını şişelerde depolamaktı. 1745 yılında, Pomeranyalı bir din adamı olan Kleist (ö. 1748), elektriği bir çivi aracılığıyla şişeye geçirmeyi denedi. Bir elinde şişeyi tutarken öteki eliyle çiviye dokununca, yapay olarak üretilmiş ilk elektrik şokuna maruz kaldı. Birkaç ay sonra ve anlaşıldığı kadarıyla ilkinden bağımsız olarak, Hollanda'da Musschenbroek (1692-1761) tarafından benzer bir deney gerçekleştirildi. Musschenbroek, bilimsel araç-gereçler yapan bir usta olduğundan

ve pek çok aydınla ilişkisi bulunduğundan onun ismi günümüzde hâlâ Leyden kavanozu olarak anılan aletle özdeşleştirilir.

Bu keşif tam anlamıyla bir bomba etkisi yaptı. Herkes, şoku bir kez olsun denemeyi ve başka insanlar üzerinde denenirken görmeyi istiyordu. Elektrik, sarayların son moda eğlencesi oluverdi. Fransız kralı, bütün bir muhafız alayına elektrik şoku uygulanmasını emretti. Leyden kavanozlarının bataryalarından verilen şokla tüm muhafızlar aynı anda yerlerinden sıçrıyorlardı.

Franklin: Pozitif ve negatif elektrik

Elektrik öylesine rağbet görmekteydi ki, Franklin bunu ta Philadelphia'dan duydu ve birtakım elektrikli aletler ısmarladı. Sağlam sağduyusu ve kendisinin tasarlayıp yaptığı aletlerle, önceki elektrik deneylerindeki yanılgının ne olduğunu bulmayı başardı ve günümüze dek geçerliliğini koruyan şu açıklamayı yaptı: "İki değil tek bir elektrik vardır." Franklin, elektriği tüm cisimlerde bulunan, maddi olmayan bir akışkan olarak tasavvur etti. Cisimler tamamen elektriğe doymuş oldukları sürece fark edilemiyorlardı. Onlara biraz daha elektrik eklendiğinde pozitif, boşaltıldığında ise negatif olarak yüklenmiş oluyorlardı. Elektrik çekiminin nedeni, elektrik akımının gerçek düzeyine erişme isteğiydi. Bu istek yeterince güçlüyse, kıvılcımlara ve şoklara yol açıyordu. Eğer akışkanın yerine neredeyse hiç ağırlığı olmayan elektronları koyar ve yükün işaretini (-)'den (+)'ya çevirirsek (çünkü elektron fazlası olanlar negatif yüklü cisimlerdir) Franklin'in açıklaması modern elektrik yükü teorisi haline gelir.

Paratoner

Bu basitleştirme, Leyden kavanozundaki eylemin açıklanmasıyla birlikte Franklin'in elektrik teorisine yaptığı önemli bir katkıydı ve kısa sürede ona bilimsel bir ün ve saygınlık kazandırdı. Ancak, tüm dünyayı kendisine hayran bırakan başarısı, laboratuvardaki kıvılcım ile uçurtmasıyla yakalayıp indirdiği gökyüzündeki yıldırım arasındaki benzerliği fark ederek bunun elektrik olduğunu kanıtlamasıydı. Franklin kendine özgü tarzıyla, bundan yıldırımın -özellikle Yeni

Dünya'da– yol açtığı ağır hasarların önlenebileceği sonucunu çıkardı ve 1753'te yaptığı *paratonerle* bu görüşünü sınadı. Bu icatla birlikte, elektrik bilimi ilk kez pratik bir yarar sağlamış oldu. Franklin'in yurtsever –ya da isyancı– eğilimleri İngiltere'de tuhaf yan etkiler doğurdu. Kral II. George, Kew Sarayı'ndaki paratonerlerin Franklin'in önerdiği gibi sivri değil yuvarlak uçlu olmasında ısrar etti. Kraliyet Akademisi Başkanı Sir John Pringle (1707-1782) buna itiraz edince istifası istendi. Aşağıdaki taşlama bu tartışmaya değinmektedir:

Sen, ey ulu George! Güvenlik peşinde koşup
Sivri iletkenlerin yerine kütlerini koyarken
Millet zıvanadan çıkıyor.
Daha akıllı bir yol izliyor Franklin,
Yıldırımdan da dehşetli fikirlerini senin
Süngünün ucuna takıyor

Coulomb ve çekim yasası

Bütün bu gelimelere karşın, elektrik ve manyetizma gizemli, ölçülemez akışkanlar olarak kaldılar. Bunları ölçmenin bir yolu bulunana kadar da nicel bakımdan incelenmeleri mümkün olmadı. Bu işi 1875 yılında, denizci pusulasını geliştirmek amacıyla Coulomb (1778-1806) üstlendi. 5.10 Coulomb pusulanın ibresini ince bir elyafın üzerine tutturmanın yolunu buldu ve bununla önce manyetik kutuplar, ardından da elektrik yükleri arasındaki kuvvetleri hesaplamayı başardı. Bu, günümüzdeki duyarlı elektrikli aletlerin çoğunun prototipi olan burulmalı terazidir . Aynı alet, Michell (1724-1793) tarafından da Coulomb'dan bağımsız olarak geliştirilmiş ve Cavendish (1731-1810) tarafından kullanılmıştır. Coulomb, bu aletin yardımıyla bir süredir tahmin edilmekte olan manyetik kutuplar arasındaki kuvvetlerle, elektrik yükleri arasındaki kuvvetlerin aynı çekim yasalarına uyduğunu yani mesafeyle ters orantılı bir kuvvet olduğunu saptadı. Priestley'in 1766'da, Cavendish'in de 1771'de yaptığı gözlemlerle de aynı sonuca ulaşıldı; yani, yüklenmiş bir iletkenin *içinde* hiçbir elektrik yükü bulunamadı. Bu deneyler Newton mekaniğinin bir bütün olarak elektriğe uygulanabileceğini gösterdi ama bir farkla: Elektrikte çekici olduğu kadar itici kuvvetler de vardı.

Hayvansal elektrik: Galvani

Ancak, elektriğin bundan sonraki hızlı gelişimi bu nicel çizgiyi izlemedi. Leyden kavanozunda olduğu gibi bir kez daha insan ve hayvan duyuları fiziğin gelişimini güçlendirmeye ve yönlendirmeye başladı. Dikkatli gözlemciler, Leyden kavanozu ile verilen şoklarla çeşitli elektrikli balıkların, özellikle de torpil balığının ("uyuşturan balık") neden olduğu şoklar arasında benzerlik olduğunu fark etti. Cavendish 1776 yılında torpil balığının deriden bir modelini yaptı ve onu Leyden kavanozlarından oluşan bir bataryaya bağladı.5.57b Bu model hayvansal elektrik kavramına yol açtı ve onu keşfetmek için pek çok karmaşık, sonuç vermeyen deneyler yapıldı. Sonunda 1780 yılında, anatomi profesörü Galvani (1737-1798) hayvan uzuvlarının elektrikli cihazlara bağlandığı deneyler yaptı ve birkaç çift kurbağa bacağının kıvılcımla kasıldığını fark etti. Ne var ki, Galvani'nin elektrikli aygıtlara gerek olmadığını, sinir ve kaslarına birbirine bağlı iki farklı metal değdirildiğinde kurbağa bacaklarının zaten kasıldığını keşfetmesi için altı yıl daha geçmesi gerekecekti.

Elektrik akımı ve pil: Volta

Galvani aslında elektrik akımını keşfetmiş ama bunun farkına varamamıştı. Sinir fizyolojisine olan ilgisi, deneylerini daha çok animal elektriğin bir kanıtı olarak görmesine neden oldu. Yaptıklarının anlaşılması için Pavia'da fizik profesörü olan yurttaşı Alessandro Volta'nınki (1745-1827) gibi daha mantıklı düşünebilen bir kafa gerekiyordu. Volta 1795 yılında, hiçbir hayvana gerek olmadan, aralarında bir sıvı veya ıslak kumaş bulunan iki metal parçanın bir araya konmasıyla elektrik üretilebileceğini gösterdi ve böylece ilk *elektrik akımı pilini* yapmış oldu. **4.81**

18. yüzyılın son birkaç on yılında elektrik alanında kaydedilen ilerlemeler, tüm bilimlerin birbirine yaklaşma eğilimi ile bu devrim çağında soylu ve yararlı olan her şeye gösterilen ilginin somut bir örneğidir. Fizyolojik etkileri nedeniyle elektrik, yeni tedavi yöntemleri bulmaya çalışan hekimlerin ve şarlatanların ilgisini çekti. Bunlar arasında, yöneticiliğini Miss Emma Lyons'un (evlenince Lady Ha-

milton adını aldı) yaptığı Sağlık Tapınağı'nın sahibi olan Dr. John Graham da bulunuyordu. Elektrik aynı zamanda, kısmen hekimler aracılığıyla o zamanlar doruğa ulaşmış olan kimya alanındaki pnömatik devrimin de yardımına çağrıldı. 1800 yılında Londralı bir cerrah olan Dr. Carlisle (1748-1840) ile zengin tüccar ve bilimsel eserler yayıncısı arkadaşı William Nicholson (1753-1816) yeni icat edilen pille suyu bileşenlerine, yani oksijen ve hidrojene ayırdılar. Böylece kimyada yaşamsal bir problemi çözmüş ve kimyanın yeni bir alt bilimi olan elektrokimyayı kurmuş oldular.

Nasıl ki elli yıl önce donanımlı bir laboratuvarda Leyden kavanozlarının mutlaka bulunması gerekiyorduysa, Galvanik piller de kısa sürede o denli gerekli oldular. Ancak başlangıçta bu piller son derece pahalıydı ve yalnızca çok zengin olanlar büyük bataryalar kurabiliyordu. Bu nedenle, Kraliyet Akademisi'nde bulunan dünyanın en büyük bataryasını kurmak Davy'ye nasip oldu. Bu deneyler, bir dizi özgün görüngüden oluşan elektriği yalıtılmış durumdan çıkararak bilimin ana gövdesine bağladı. Elektrik, bir ilgi kaynağı olduğu gibi yararlı olacağı umudunu da veriyordu artık. Ne var ki, elektrik ile manyetizma arasında bağ kuruluncaya kadar, on yıllarca bu beklenti gerçeğe dönüşemeyecekti.

Nicelik ve yoğunluk bakımından çok farklı olsalar da Galvanik pilin ve sürtünme makinesinin ürettiği elektriğin aynı türden olduklarının keşfedilmesi dışında, elektrik akımının doğası bir yirmi yıl daha sır olarak kaldı. Pillerden elde edilen akımlar değişken ve öngörülemez durumdaydılar; akımın tamamen farklı bir başka etkisi keşfedilene dek onu ölçmek olanaksızdı.

Elektromanyetizma

Elektrik ve manyetizma arasında görülen pek çok benzerlik, fizikçileri bunların arasında bir ilişki olduğunu düşünmeye götürdü; ne var ki bu, bulunması son derece güç olan bir ilişkiydi. Ancak 1820 yılında Oersted (1757-1851) Kopenhag'da ders verdiği kürsünün üzerinde elektrik akımının pusulanın ibresini saptırdığını tesadüfen fark etti ve böylece elektrik ve manyetizma bilimleri bir daha

ayrılmamak üzere birleştiler. Bunun sonuçları kısa sürede kendisini gösterecekti. Sturgean (1743-1850) 1823'te elektromıknatısı icat etti. Henry (1799-1878) bunu 1831 yılında 5.6 daha da geliştirdi. Bir adım sonrası ise elektrikli telgraf ve elektrik motoruydu.

Elektrik akımının pusulayı saptırması teorik bakımdan da son derece önemliydi. Bu olgu, Ampére'nin (1775-1836), Gauss'un (1777-1855) ve Ohm'un (1787-1854) ellerinde, akımların yarattığı manyetik alanların ve bu akımların tellerin üzerinden nasıl geçip gittiğinin anlaşılmasını sağladı. Elektrik artık nicel bir bilim haline gelebilir ve mekanik biliminin tüm matematiksel düzeninin yerini alabilirdi. Bununla birlikte, yeni yasalar önemli bir bakımdan ve şaşırtıcı bir biçimde Newton yasalarından ayrılıyordu. Newton'un ele aldığı cisimler arasındaki tüm kuvvetler, bu cisimlerin merkezlerini birleştiren doğru boyunca etkide bulunuyorlardı. Oysa burada, manyetik bir kutup kendisini akım taşıyan tele bağlayan doğruya dik *açı oluşturacak şekilde* hareket etmeye zorlanıyordu. Bu, basit *skalar* alan teorisinden ilk kopuşu temsil ediyordu ve uzaklık kadar yönün de hesaba katıldığı daha kapsamlı *vektör* teorisinin yolunu açtı. Matematiğe yeni bir itici güç kazandıran ve onu Newtoncu geleneğe körü körüne bağlı, kısır ve yaratıcılıktan uzak durumundan kurtaran bu fiziksel keşifler oldu.

Rastlantısal keşifler mi?

Rastlantısal oldukları açıkça ortada olan bir dizi keşfin böylesine bir bilgi birikimi sağlamış olması ilginçtir. İlk bakışta bu, bilimin bütünüyle öngörülemez olup rastlantısal keşiflere bağlı bulunduğu görüşünü destekler gibi görünmektedir. Oysa aslında, doğanın farklı yönleri arasındaki ilişkilerin niteliğini bugün artık bildiğimize göre, bu keşiflerin er ya da geç karşımıza çıkacağını; bunlara rastlamadan geçmenin neredeyse olanaksız olduğunu görebiliriz. *Doğa felsefesi* tekçi görüşlerinden etkilenen Oersted, on üç yıl boyunca elektrik ile manyetizma arasındaki ilişkiyi bulmaya çalıştı ama onun asıl keşfi, bilinçli ve planlı bir çalışmanın ürünü değildi. Çok sayıda insanın elektrik akımı ve pusulalarla oynadıkları o dönemin koşullarında er ya da geç birisi aralarındaki ilişkiyi keşfedecekti. Belki de pek çoğu bunu

fark etti, fakat üzerinde fazla kafa yormadı. Bilimde güç olan genellikle keşif yapmaktan çok keşif yapmış olduğunun farkına varmaktır. Tüm deneylerde, türlü türlü dışsal nedenlerin yol açtığı bir sürü sonuç ortaya çıkar. Bunların hangisinin gerçekten önemli ve anlamlı olduğunu anlayabilmek belli bir zekâyı ve önseziyi gerektirir. Özellikle de var olan teoride böylesi olayların gerçekleşebileceğini doğuran hiçbir neden yoksa; hatta bu sonuçların beklenilmemesi gerektiğini bildiren geçerli nedenler var gibi görünüyorsa. Ancak yeterince insan dikkatini o alanda yoğunlaştırmışsa er ya da geç gözlem gücü yeterince keskin, yeterince açık fikirli ve Ortodoks teorileri önemsemeyecek kadar eleştirel birisi çıkacak ve esas keşifi yapacaktır.

Michael Faraday: Elektromanyetik endüksiyon

Elektrik ile manyetizma arasındaki etkileşimin tam olarak anlaşılması için atılması gereken önemli bir adım daha vardı. Elektrik akımının manyetik alan yarattığı gösterilmiş, geriye manyetizmanın nasıl elektrik akımı üretebileceğini göstermek kalmıştı. Bu keşif, bir on yıl daha beklemek gerekse de Oersted'inki gibi rastlantısal değil, Faraday'ın bilinçli ve planlı araştırmalarının ürünüydü. 1831 yılında, kıskanç Davy'nin çalışmasına koyduğu kısıtlamalardan kurtulmuş ve kırk yaşına basmış olan Faraday, 5.5 elektrik ile manyetizma arasındaki ilişkinin statik değil dinamik olduğunu, akımın oluşması için mıknatısın bir elektrik iletkenine yaklaştırılması gerektiğini gösterdi. Son derece önemli olan bu gözlem manyetizmanın hareket halindeki elektriğe eşit olduğunu ortaya koymakla kalmadı, buna karşılık elektriğin de hareket halindeki manyetizma demek olduğunu gösterdi. Böylece her iki fenomen dizisi de ancak yeni *elektromanyetizma* biliminin çerçevesinde tartışılabilecekti.

Faraday'ın keşfi pratik bakımdan da Oersted'inkinden çok daha önemliydi; çünkü hem mekanik hareketle elektrik üretmenin hem de elektrik akımıyla makineleri çalıştırmanın mümkün olduğunu ifade ediyordu. Faraday'ın keşfi özünde elektrikli ağır sanayinin tamamını içeriyordu; ancak bundan gerektiği gibi yararlanılabilmesi için yirmibeş yıldan fazla zaman geçmesi gerekti. Faraday'ın kendi-

sinin de pratik uygulama yönünde bir eğilimi yoktu. Bu tutumu öteki-dünyacı bir anlayıştan kaynaklanmıyordu; Faraday iş ve siyaset dünyasında edinmiş olduğu deneyimlerle, düşüncelerini kâr sağlayacak bir duruma getirmenin büyük sıkıntılara malolacağını tahmin edebilecek sezgi gücüne ulaşmıştı. Bu zamanı daha iyi değerlendirebileceğini düşünüyordu. *5.18*

Defterinden anlaşılacağı gibi o zamanın fiziğinde bilinen tüm "kuvvetler"in -elektrik, manyetizma, ısı ve ışık- birbirleriyle olan ilişkilerini ortaya çıkarmak amacıyla uzun erimli bir projeye girişti. Bir dizi dahiyane deney sonucunda bu ilişkileri tek tek saptamayı başardı ve bu süreç içinde tam anlamıyla ancak günümüzde aydınlatılacak olan başka pek çok etkeni de ortaya çıkardı. *5.32*

Elektromanyetik alan: Maxwell

Faraday, incelemekte olduğu kuvvetleri görerek ve neredeyse duyularıyla algılayarak kavrayabilen ender fizikçilerdendi. Sahip olduğu canlı hayal gücü sayesinde kuvvet çizgileri ve kanallarıyla donanmış elektrik ve manyetik alan tablosunu oluşturdu. Böylece, manyetik bir kuvvet kanalı bir elektrik iletkenini kestiği zaman elektrik akımı meydana geleceğini; öte yandan, elektrik kuvveti kanallarının da manyetik alan oluşturacağını gösterdi. Faraday'ın çalışması, bu yönüyle Newton'un o büyük matematiksel sentezini tamamlayıcı bir nitelik taşıyordu. Burada, geometrik noktalar arasındaki çekimin yerini, alanlar ve gerilimler [potansiyeller] almıştı. Faraday'ın nitel sezgilerini kesin ve nicel matematiksel denklemlerle ifade eden Clerk Maxwell (1831-1879) oldu. Maxwell, elektriksel boşalmalarda olduğu gibi elektriğin dağınık görünümlü ve sonunda elektronun keşfine yol açacak etkileri dışında tüm bir elektromanyetik teorisini özlü bir biçimde özetledi.

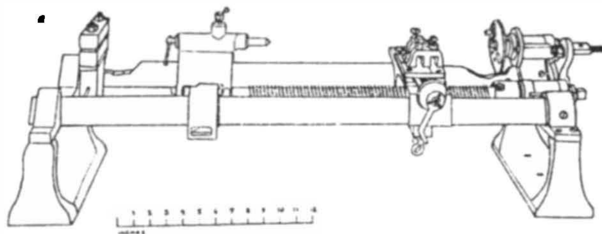
Elektromanyetik dalgalar

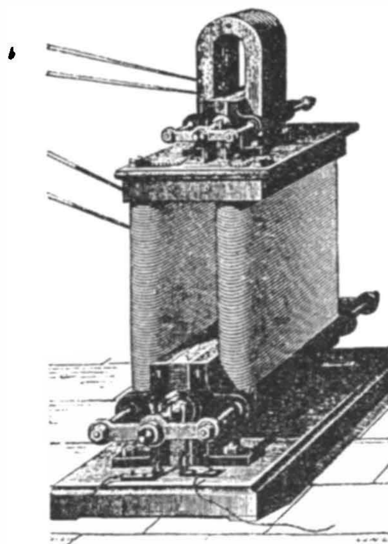
Maxwell denklemleri başka işlere de yaradı: Bu denklemlerin biçimlerine bakarak ışık hızına yakın bir hızla hareket eden elektromanyetik parazit dalgalarının bu denklemlerle ifade edilebileceğini anla-

mak mümkündü. 19. yüzyıl zaten ışığın doğası hakkındaki görüşlerin büyük ölçüde değiştiğine tanık olmuştu. Newton, ışığın çok büyük bir hızla hareket eden ateşli parçacıklardan oluştuğunu öne sürmüş ve yüzyıl boyunca kimse bu görüşü sorgulama cesareti gösterememişti. 1801 yılında, İngiliz doktor Thomas Young (1773-1829) ve Fransız fizikçi Fresnel (1788-1827), ışığın dağıtılmasını ve kutuplaşmasını göz önünde bulundurarak, geriye dönüp Huygens'in ışığın dalgalardan oluştuğu biçimindeki görüşünü kabul etmek zorunda kaldılar. Newton yandaşlarıyla yürüttükleri amansız bir savaşımın ardından, görüşlerini kabul ettirmeyi başardılar. Yüzyıl boyunca ışığın dalga niteliğine karşı çıkan olmadı. Ancak, artık ateşli parçacıklara ihtiyaç olmadığına göre dalgaları uzayın uçsuz bucaksız derinliklerine taşıyacak bir aktarıcı gerekliydi. Bunun üzerine, aynı anda hem son derece sert hem de seyrek olmak gibi bağdaşmaz iki özelliğe sahip olan "ışık-saçan eter" kavramı imdada yetişti. *4.117* Bu kavram "dalgalanmak eyleminin öznesi"ydi. Fakat elektrik ve manyetizma aynı zamanda boşlukta hareket ediyor gibi de görünüyorlardı. Bunlar için, aynı ölçüde elle tutulamaz *alanlar* yaratıldı. Maxwell, hâlâ gizemini korusa da tek bir eterin, her üçünün de işlevini göreceğini ortaya koydu. Maxwell fizik alanında muazzam bir yoğunluğa ve yalınlığa ulaştı. Bunun önemli sonuçları çok geçmeden ortaya çıkacaktı.

Bunlardan biri, bilimler arasında yeni bir birliğin kurulmasıydı: Işığın tamamı, elektromanyetik bir fenomen olarak görünmekteydi. Bir diğeri, elektromanyetik titreşimlerin eter içinde ışığınkilere benzer fakat daha düşük frekanslı dalgalar vermesi gerektiği sonucunun çıkarılmasıydı. Hertz (1857-1894) bunları 1888'de laboratuvar ortamında kanıtladı. Bunlar daha sonra radyo iletişiminin temeli haline geleceklerdi.

Maxwell'in denklemleriyle birlikte elektrik teorisi neredeyse tamamlanmış bir görünüm kazandı. Dolayısıyla fiziğin geleceği, yalnızca bunun yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi çalışmasından ibaret olacak gibi görünmekteydi. Oysa aslında, bir sonraki bölümde göreceğimiz gibi, bu denklemler elektrik fenomeninin yalnızca küçük bir bölümünü içermekteydi. Elektriğin zerreciksel birimi olan elektron, bu denklemlerin tamamen dışında kalmıştı.





Şekil 13: 19. Yüzyıl Teknolojisi

a. Maudslay'ın orijinal sürgü sehpası ve torna tezgâhı. Londra Bilim Müzesi'nde korunduğu haliyle.

b. Wilde'nın ilk dinamosu, mıknatısın alan bobini için ayrı bir tahrikli manyeto içeriyor.

Elektriğin uygulanmasında yaşanan gecikmeler

Elektromanyetik teorisinin gelişim öyküsünü tutarlı bir biçimde sunmak için onu 19. yüzyıl boyunca devam eden mantıksal bir olaylar dizisi olarak anlattık. Ancak, elektriğin bu dönemdeki gelişiminin, teorinin ilerlemesiyle sürekli olarak etkileşim içinde bulunan pratik bir yanı da vardı. 5.7 1830 yılından sonra elektrik, ekonomik yaşama doğrudan katkıda bulunmaya başladı. Önce haberleşmede, ardından galvaniz işinde, sonra ışık ve enerji elde etmede elektrikten yararlanıldı. Yüzyılın sonlarına doğru ilk yeni haberleşme aracının -telefon ve telsiz- ortaya çıktığını görüyoruz. Elektrik, gerçekten de geleneğe bağımlı kalmaksızın kendi sanayisini üreten ilk bilimdi.

Ne var ki, bu süreç oldukça yavaş ilerlemekteydi. Çünkü, yeni fikirlerin hemen üzerine atlayan ve onları rakiplerinden önce pazarlayan girişimci kapitalizm efsanesine rağmen, kâr getirmezden önce geliştirilmesi gereken bir şeyi yaşama geçirmede pratik bakımdan olağanüstü güçlüklerle karşılaşılıyordu. Hem akademik bilim insanları hem de bağımsız çalışan mucitler bu gelişmeleri finanse etmede zorluk çekiyorlardı. Başarının tek yolu, çabucak satılabilecek bir şey yapmak ve her yeni gelişmeyi bir öncekinden elde edilen gelirle finanse etmekti. Çok az insan önemli bir uygulamanın getirdiği engelleri aşabildi. Pek çoğu yarı yolda kalıp umutlarını yitirdiler. İşe yanlış yerden başlayanlar ise sayılamayacak kadar çoktu.

Laboratuvarlarda yapılan keşifleri kârlı sınai ürünlere dönüştürme süreci, her biri yeni elektrik ilkelerinin farklı bir pratik yararını ortaya koyan dört ana basamak şeklinde düşünülebilir. Bu basamaklar sırasıyla telgraf, galvaniz, ark lambası ve filaman lambadır. Bunların ilki olan telgraf, çok az akım gerektirdiği için pillerin ve alıcı cihazların yapılmasını ve böylece elektrik teorisinin geliştirilmesini sağladı.

Öte yandan galvaniz, kuvvetli akım gerektiriyordu ve mekanik olarak üretilen elektrik türlerinin kullanılmasını teşvik etti. Bu, Faraday'ın ilkesinin yaşama geçirilmesini sağladı; fakat yalnızca kalıcı mıknatısların (Pixii'nin makinesi) kullanılması nedeniyle etkisi zayıf oldu. Ayrıca, galvaniz sanayisine olan talep çok sınırlı kaldı.

Ark lambası ve dinamo

Ark lambası çok daha geniş bir alanda kullanılmaya başlandı ve verimli jeneratörlere ihtiyaç doğdu. Wilde (1833-1919) ve Sir William Siemens (1823-1883), bir makinenin ürettiği akımın bir başka makinenin elektromanyetik alanını harekete geçireceğini keşfederek, yeni çağın enerji sembolü olan ilk *dinamonun* yapılmasını sağladılar. Elektriğin nispeten ucuzlamasıyla birlikte, elektrik akımından yararlanılabilecek yeni alanlar bulma çabası başgösterdi. Bu alanlar içinde en çok gelecek vaat edeni, ark lambasının fazla parlak geldiği ev ve dükkân aydınlatmasıydı (Şekil 13).

"Elektrik ışığının dağıtılması" sorununa, havası boşaltılmış ampülün içine önce karbondan daha sonra metalden filaman konularak yapılan akkor lamba ile çözüm bulundu. Ucuz ve dayanıklı bir lamba yapmak teknik bakımdan oldukça zordu, ancak ilerlemeyi önleyen bu değildi; Lodygin (1847-1923) 1872'de Rusya'da, Swan kısa bir süre sonra İngiltere'de bu tür akkor lambalar yaptılar. Ticari amaçlı lamba üretimi yapabilmek için oldukça gelişmiş bir vakum pompalama sistemi gerekiyordu ama yeterince teşvik varolduğundan bunun da üstesinden gelinebilirdi. Asıl güçlük dağıtım ve satış açısından yaşanmaktaydı. Edison'un tartışılmaz katkısı, elektriği gaz veya su gibi dağıtabilen şebekesiyle birlikte 1881 yılında kurduğu *elektrik santralıydı.*

Faraday'ın keşfiyle Edison'un bunu yaşama geçirmesi arasındaki elli yıllık gecikme bilimsel ya da teknik değil, ekonomik ve toplumsal nedenlerden kaynaklanıyordu. 5.3 19. yüzyıl ortalarında, bilimsel bir görüşten kendi masraflarını çıkarabilecek ölçüde örgütlü bir biçimde yararlanabilmek için gerekli araçlar mevcut değildi. Ancak bu aşamaya bir kez ulaşıldıktan sonra, arkası kendiliğinden geldi. Elektrik ışığı ve enerjisi dünyaya gözlerini açmıştı; bir sonraki yüzyılda ise buharla karşılaştırılamayacak ölçüde gelişeceklerdi.

Elektriğin ulaşım, makinelerin çalıştırılması, ısı ve ışık için gerekli enerjiyi sağlaması, ayrıca telgraf ve telefonda da kullanılabilmesi için bir teorik fizikçiler kuşağı tarafından –Maxwell'de doruğuna ulaşan tarzda– matematiksel bir biçime indirgenen Oersted ile Faraday'ın orijinal elektromanyetik deneylerinin geliştirilmesi ve ayrın-

tılandırılması gerekiyordu. Doğrusu, 1831'den sonra tamamen yeni bir fiziksel görüş ortaya konmuş değildi. 19. ve 20. yüzyılın elektrik sanayisi, elektronik uygulamalar dışında sayıları durmadan artan pratik uygulamalara sınırlı birkaç ilkeden yararlanarak çözüm getirebilen, beceriye ve dehaya dayalı bilimsel bir sanayinin kusursuz bir örneğiydi.

Elektriğin ve manyetizmanın öyküsü, tamamen bilimsel bir deneyler ve teoriler bütününün büyük ölçekli bir sanayiye dönüştürülmesinin tarihteki ilk örneğini oluşturur. Elektrik sanayisi, ister istemez tepeden tırnağa bilimseldir. Ancak burada, bilimsel araştırmanın nasıl tek bir hamlede mühendislik uygulamasına dönüştürüldüğünün yadsınamaz bir örneğini görürüz. Telgraf sistemlerini kuracak kimselerin telgrafın mucitleriyle aynı bilimsel yeteneklere sahip olmalarına gerek yoktu. Bu durum, telgraf mühendisliği mesleğini doğurdu. 1871 yılında bir dernek çatısı altında bir araya gelen bu mühendisler, 1881 yılında derneğin adını Elektrik Mühendisleri Odası olarak değiştirdiler. Elli yıl içinde elektrik mühendisliği kendi gelenek ve ilkelerini oluşturdu. Tasarım ve üretim, işletme ekonomisi ve onarım sorunları elektromanyetik endüksiyonun temel bilimsel ilkeleri çerçevesinde çözülmeye çalışıldı. Çark sonunda devrini tamamlayacak ve bu yeni meslek kısa sürede fizikte devrim yaratacak iki genç adamın, Albert Einstein'ın ve P. A. M. Dirac'ın geçim aracı olacaktı.

Elektriksel boşalma ve yeni fizik

Bununla birlikte elektrik mühendisliğinin uygulama alanında kazandığı zaferler, elektrik ve manyetizma bilimleri izlenerek varılan en verimli sonuç değildi. Dahası bu zaferler, elektromanyetik teorisinin daha titiz bir biçimde izlenmesi yoluyla da elde edilmedi. Daha sonra göreceğimiz gibi, X-ışınlarının, elektronun, radyoaktivitenin, elektronik valfin, atom teorisinin ve son olarak da atomik fizyonun keşfedilmesine yol açan yeni ve önemli gelişmeler, bütünüyle farklı bir dizi fenomenin sonucuydu. Bu bilim dalı, göründüğü kadarıyla pek ümit verici değildi; fenomen, keyfi ve değişken bir niteliğe sahipti ve nicel terimlere indirgenebilmesi olanaksızdı. Ayrıca, ortada

ilgileri üzerine çekip yoğun bir araştırmayı teşvik edecek bir uygulama alanı da bulunmuyordu. Dolayısıyla bu dal gelişigüzel bir seyir izledi ve doğurabileceği heyecan verici sonuçların keşfedilmesi için yüzyılın sonunu beklemek gerekti.

9.4- KİMYA

18. ve 19. yüzyıl biliminin temel özelliği, akılcı bir düşünce ve uygulama disiplini olarak kimyanın yükselişi ve kendini kabul ettirmesi oldu. Kimya, uygulama bakımından diğer bilimler kadar hatta onlardan da eskiydi. Fakat daha önce değinmiş olduğumuz gibi, eski çağların bilimi gerekli önkoşullardan yoksun olduğundan, son zamanlara dek kimya mantıksal bir bilim haline gelememişti. Öncelikle, antik çağlarda ve Rönesans döneminde bilinenden çok daha fazla maddenin özellikleri ve dönüşümleriyle ilgili deneyler kümesinin yeterince birikmesini beklemek gerekiyordu. Bilimsel olmayan, esas olarak teknik bir niteliğe sahip bulunan madencilik ve kimya sanayisinin hızla gelişip yaygınlaşması önemli bir ön koşuldu. Fakat bunun yanı sıra bu farklı farklı deneyimleri bir araya getirip kaynaştıracak ve yeni keşiflerin önünü açacak tutarlı birtakım görüşlerin de ortaya konması gerekiyordu.

Simyanın sonu

Akılcı bir kimyanın doğması için gerekli diğer bir ön koşul da kökleri klasik, hatta daha da eski çağlara uzanan ve uygulama alanındaki kimyagerlere ayakbağı olan hurafelere bir son verilmesiydi. Bunlar içinde en zararlı ve ortadan kaldırılması en güç olanı, astrolojik ve mistik özellikleri olan simya ve simya yoluyla altın elde etmek için gösterilen beyhude çabalardı. 17. yüzyılda kimyayı akılcılaştırma yönünde atılan ilk adım, daha önce gördüğümüz gibi Boyle'un, Hooke'un ve Mayow'un çalışmalarıyla başarıya çok yaklaşmış ama yine de amacına ulaşamamıştı. Aşırı katı matematiksel-mekanik modelleriyle birlikte zerrecik felsefesini, nitel unsurları adamakıllı açıklığa kavuşturmadan kimyaya uygulamak olanaksızdı.

Kimyasal ilkelerin araştırılması

Kimya **18**. yüzyılın büyük bölümü boyunca farklı bir gelişim çizgisi izledi. Kimyasal olguların olağanüstü çeşitliliğiyle başa çıkması imkânsız olan mekanik modellere dayalı akılcı ilkeleri kimyaya uygulamak yerine, kökeni büyüye dayalı animistik görüşlerin ilerici bir tarzda akılcılaştırılmasıyla, bilginin geliştirilmesi yoluna gidildi. Bu görüşler, başlangıçta kaçınılmaz olarak belirsiz kalsalar da uygulama alanındaki kimyagerlere gerçekleştirdikleri türlü türlü işlemlerin hepsini birkaç sözel genelleme içinde toplama olanağı verecek kadar esnektiler. Ölçüm ve hesaplama gibi fiziksel sağlamaları etkin bir biçimde uygulayabilmek ancak bu genellemelerle mümkün oldu. 18. yüzyılın getirdiği büyük yenilik, kimyasal sorunları tek bir soruna (ateşin ruhunun eylemi olan), *yanma* sorununa indirgemek oldu. Mesele, yanıcı maddelere yanma işlemi sırasında ne olduğunu bulmaktı. Akla gelen ilk yanıt ise bunların alev ve duman içinde kaybolup geriye külün kaldığı şeklindeydi. Bu açıklama odun ve yağlar açısından doyurucu idiyse de metaller gibi havada çürüyen ya da paslanan diğer maddeler söz konusu olduğunda yetersiz kalmaktaydı. Bütün bu maddelerin ortak bir yanı var mıydı ? Ya da havanın buradaki işlevi neydi ?

Daha 17. yüzyılda bu sorulara birtakım yanıtlar bulunmuştu. 1630 yılında Jean Rey **4.83**, 1674 yılında ise Mayow **4.68**, metallerin ısıtıldıklarında ağırlık kazandıkları ve havanın kendisinin de hem ateşi hem de yaşam soluğunu sürdürmekle sorumlu bir "nitro hava ruhu" içerdiği biçiminde temel savlar öne sürmüşlerdi. Ne var ki bunlar, kimyanın genel seyrini etkilemeyen birbirinden kopuk önermelerdi.

Filojiston doktrini

Gerçekten de bu seyir ters bir yönde tüm yanıcı maddelerin yanma sırasında kaybettikleri bir madde içerdikleri görüşü doğrultusunda ilerlemekteydi. Bu aslında Arapların ve Paracelsusçuların kükürt dedikleri şeydi; fakat Becker (1635-1682) ve öğrencisi Stahl (1660-1734) tarafından *filojiston* (alev ilkesi) olarak adlandırıldı. Bu

teori, 18. yüzyılın ortalarına gelindiğinde genel kabul görmeye başladı. Buna göre, fazla filojiston içeren cisimler iyi yanıyordu; yanmayan cisimler ise filojistondan yoksundular. Kömür gibi fazla filojiston içeren cisimler bu fazlayı demir cevheri gibi filojistondan yoksun cisimlere aktarabiliyor ve böylece filojiston aşılayarak onu parlak demir metaline dönüştürebiliyorlardı. Daha ilk ortaya atıldığı andan itibaren bu teoriye karşı itirazlar yükseltilmeye başlandı. Filojistonun bir madde olmadığına işaret edildi. Aslında o, maddenin karşıtıydı; kütlesi yoktu. Oysa daha önce gördüğümüz gibi ölçüye ve tartıya gelmez akıcı madde kavramında yadırganacak bir şey yoktu -elektrik, manyetizma ve ısı; her üçü de varlığından kuşku duyulmayan, bu nitelikte gerçekliklerdi. Bazı cisimlerin filojiston kaybettiklerinde gerçekte daha da ağırlaştıkları saptandığında bile bu durum havadan alınan ikinci bir eklentiye bağlandı ya da filojistonun doğal bir hafifliğe sahip olduğu düşünüldü.

Bugün filojiston teorisine, hemen ardından gelen oksitlenme teorisi açısından baktığımızda onun saçma olduğunu düşünebiliriz. Oysa bu, aslında son derece yararlı bir teoriydi ve kimyadaki pek çok farklı fenomen arasında bağlantı kurulmasını sağladı. 18. yüzyıl ortalarının en iyi kimyagerlerine iyi bir çalışma zemini hazırladı. Deneyleriyle bu teorinin yıkılmasına neden olan Joseph Priestley de içinde olmak üzere, bu kimyagerlerin çoğu sonuna kadar bu teoriye bağlı kaldılar.

Filojistonun mantığı

Teorinin bağlı bulunduğu ana kavram, *filojistonlaştırma-filojistonsuzlaştırma* karşıt süreçlerinin evrenselliğiydi. Teori böylece benzer ve benzer olmayan dağınık süreçleri bir araya getirdi. Muhaliflerinin düşündüğü gibi filojistonsuzlaştırma metafizik bir töz olan filojistonun ortadan kaldırılması demek değil, maddi bir varlık olan oksijenin eklenmesi -*yükseltgenme*-, filojistonlaştırma ise oksijenin ortadan kaldırılması -*indirgenme*- idi. Kimyanın ilerlemesi için bu dengenin sınanması gerekiyordu. 20. yüzyılda bu görüşü artık yeniden tersine çevirebilir ve filojistona geri dönerek bunun son derece

hafif olmakla birlikte bir madde olduğunu söyleyebiliriz; bunun modern dildeki karşılığı elektrondur. Hidrojen, metaller veya kömür gibi kolayca aktarılabilir bir elektron fazlasına sahip olan maddeler, filojiston yönünden zengin olduğu düşünülen maddelerdir. Tuzlar ve oksitler gibi elektronların tam bir dengede bulunduğu maddeler ise filojistonsuzlaştırılmış maddeler olarak görülüyordu. Oksijen gibi elektron almaya can atan maddelere gelince, bunlar yüksek derecede filojistonsuzlaştırılmışlardı. Filojiston teorisinin başarısızlığının nedeni mantıksal yönden tutarsız olması değil, maddi gerçeklerle bağdaşmamasıydı. Teoriyi başaşağı çevirmek; filojistonlaştırmayı oksijensizleştirme, filojistonsuzlaştırmayı ise yükseltgenmeye dönüştürmek gerekiyordu. Bu ters yüz etme işlemi için gerekli dürtü geleneksel kimya teorisinden değil, bir başka alandan, gazlarla ilgili çalışmalardan gelecekti.

Pnömatik devrim: Evcilleştirilemeyen vahşi ruhlar: Von Helmont

18. yüzyılın ortalarına gelindiğinde damıtım artık yeni bir şey olmaktan çıkmış; ilgi, kimyasal işlemin yoğunlaştırıcıda yeniden elde edilemeyen ürünlerine, Von Helmont'un "evcilleştirilemeyen vahşi ruhları"na kaymıştı. Bu tür ruhlar, hayaletler ya da gazlar –Helmont'un verdiği isimle *kaoslar*– pratikte, özellikle de madenciler tarafından iyi bilinmekteydi ve bilim insanlarının da ilgisini çekmeye başlamıştı. Bunlar keselerde toplanıp yakılabilen, bataklıktan ve madenlerin tehlikeli grizuları, "yanıcı-parlayıcı" havalarıydı. Ayrıca ölümcül mağara *fümerolleri [mofette]* ve madenlerde grizu patlaması sonrasında biriken gazlar da vardı. Bu gazlar bira yapımcılarının dev fıçılarında da bulunuyordu ve kazara fıçıların içine düşen işçilerin havasızlıktan boğulmalarına neden oluyordu.

Hales ve gazların incelenmesi

Kimyanın anlaşılmasını sağlayan ipucu, bu gazlarla ilgili araştırmalar sonucu elde edildi. Papaz Stephen Hales (1677-1761) *Vegetable Staticks* adlı eserinde, gazların su üzerine nasıl toplanacağını

ve hacimlerinin nasıl ölçüleceğini açıkladı. Daha sonra Priestley ve Cavendish gazları daha etkin bir biçimde cıva üzerinde topladılar. Bir sonraki aşamada yapılması gereken bu gazların hava olmadığını, hava ile aralarında *nitel* farklılıklar bulunduğunu görebilmekti. Bunun ardından, farklı türde gazları Boyle'un maddenin dönüşümü sırasında başvurduğu aynı nicel değerlendirmeye tabi tutmak yeterli olacaktı.

Denge testi: Maddenin korunumu

Asıl ilerleme, değişime uğrayan kimyasal maddelerin tartılması düşüncesinin eskiden olduğu gibi yalnızca orijinal cevherlerle sınırlı tutulmayıp değişimin tüm ürünlerini kapsayacak şekilde genişletilmesiyle gerçekleştirildi. Tepkimeye giren ya da tepkimeyi terk eden gazlar tartılmadıkça veya ölçülmedikçe kimya kayıtlarında bir denge sağlamak olanaksızdı. Bunun yapılması gerektiği ilk kez açıkça Lomonosov tarafından 1774 yılında maddenin korunumu ilkesi olarak öne sürüldü. Ne var ki onun bu çalışması görmezden gelindi; bu yüzden söz konusu görüşün 1785'te temel bir ilke olarak belirlenmesi, fermentasyon süreçleri üzerine yürüttüğü ayrıntılı çalışmalar sonucunda Lavoisier'e kaldı.

Joseph Black: Sabit hava

Yeni nicel pnömatik kimya alanında ilk adım, Dr. Gullen'ın Glasgow'da verdiği ilk kimya konferansları sırasında kimyaya ilgi duymaya başlayan İskoçyalı hekim Joseph Black tarafından atıldı. Black doktora tezini 1754 yılında, 18. yüzyılın ayyaşlarının pek çoğunun muzdarip olduğu taş düşürme derdine yeni ve hafif bir ilaç araştırırken yaptığı "Magnezyum Karbonat, Sönmemiş Kireç ve Diğer Alkalin Maddelerle İlgili Deneyler" üzerine yazmıştı. Avam Kamarası, yüksek ısıda kurutulup toz haline getirilmiş salyangoz kabuklarını balla karıştırarak hazırladığı buna benzer bir ilaç nedeniyle Johanna Stephens'a 5000 sterlinlik bir ödül verilmesini uygun bulmuştu.

Black, kireçtaşı ve magnezyum oksit gibi karbonatların ısıtıldıklarında kaybettikleri gazı ayrıştırdı ve tarttı. Bu gaza "sabit hava" adı-

nı verdi; çünkü kireç suyu onu emiyor ve böylece Black orijinal karbonatı aynı ağırlıkta yeniden elde edebiliyordu. Bu yolla, bir gazın katı bir cismin bütünleyici bir parçası olabileceğini, tamamen maddi olduğunu ve gazlar konusunda esrarlı hiçbir noktanın kalmadığını gözler önüne serdi.

Joseph Priestley ve oksijenin keşfi

Bir sonraki önemli adım Joseph Priestley tarafından atıldı. Priestley, Franklin'in önerisiyle elektriğin tarihini yazarken havadaki elektrik akımlarıyla ilgili yaptığı birtakım deneyler, onun fizik alanından kimya alanına geçmesine neden oldu. İlk günlerde kimya alanında atılan köklü adımlardan hiçbiri kimyagerlerden gelmemiştir. Kimyagerler çok şey biliyorlardı; her şeyi açıklayan teorileri vardı, basit ya da sıradan insanlara yönelik açıklamalarda bulunmak pek cahil olan fizikçilere kalıyordu.

Priestley yalnızca bir tür hava bulunmadığını çok iyi kavramıştı. Bulabildiği ve bizzat kendisinin oluşturduğu her çeşit gazla deneyler yaptı. İlk başarısı, çözeltisinde sabit hava içeren *sodalı suyu* hazırlamasıydı. Bundan dolayı Akademi'nin en büyük ödülü olan Copley madalyası ile onurlandırıldı. Sodalı su, her ne kadar uzun okyanus seferlerinin illeti olan iskorbüt hastalığına şifa olacağı beklentisiyle kendisine bağlanan umutları boşa çıkardıysa da, yine de sahip olduğu nitelikler sayesinde belli bir değer kazandı ve pnömatik kimyanın ilk ticari ürünü oldu.

Priestley kırmızı cıva oksidini (*mercurius calcinatus per se*) ısıtarak elde ettiği bir gaza "filojistonsuzlaştırılmış hava" adını verdi; çünkü bu gaz normal havaya oranla filojistona karşı daha fazla eğilim gösteriyordu. Bu, bizim bugün *oksijen* olarak adlandırdığımız gazdı ve 1774'te bu gazın bulunması haklı olarak kimyanın pnömatik devrimi olarak adlandırılabilecek bir gelişmenin doruk noktasına işaret ediyordu. Scheele de İsveç'te hemen hemen aynı tarihlerde oksijen elde etmeyi başardı. Scheele, Priestley'den çok daha iyi bir kimyagerdi ancak kimyaya olan ilgisi teorik sorunlardan çok analiz yönündeydi ve bu yüzden oksijenin keşfiyle, temel sorunların çözü-

müne gereğince katkıda bulunamadı. Priestley yanma ve nefes alma sırasında aynı filojistonsuzlaştırılmış havanın (bizim oksijenimizin) tüketildiğini kanıtladı. Ayrıca, yeşil bitkilerin güneş ışığı altındayken emdikleri sabit havadan -yani karbondioksitten- oksijen ürettiklerini de gösterdi. Böylece, karbon çevrimindeki esas sorunu ilkesel olarak çözmüş oldu: Karbon, bitki ve hayvanlar aracılığıyla atmosferden alınıyor sonra tekrar atmosfere veriliyordu. Ne var ki Priestley kendi keşiflerinin önemini tam olarak kavrayamadı ve bu açığı kapatmak ondan çok daha mantıklı ve sistemli bir kafa yapısına sahip olan Lavoisier'e kaldı.

Filojiston teorisinin yıkılışı

Lavoisier de Priestley gibi kimya çalışmalarına fizik aracılığıyla başlamıştı. Ancak o, Priestley'in tersine çok çeşitli alanlarda pek çok nitel deneyime girişip ilgisini dağıtmak yerine, kendisini bütünüyle kimya teorisi açısından yaşamsal gördüğü bir göreve, havadaki yanma mekanizmasının incelenmesine adadı. Çalışması titiz, düzenli ve baştan aşağı *nicel*di. 1773 yılında yeni pnömatik kimyanın, özellikle de havanın maddi bir gerçek olarak saptanmasının taşıdığı önemin bilinciyle, "fizikte ve kimyada devrim yaratmak amacıyla" havadan yararlanmayı tasarladı. Sonradan, Priestley'in oksijeni keşfettiğini öğrendiğinde bunun ne anlama geldiğini anında kavradı ve yanma olayından tek başına oksijenin sorumlu olduğunu kanıtlamayı başardı: Yanma, ilgili maddeye oksijen -Lavoisier'in kendi deyişiyle asit yapıcı, *le principe oxygine*- ilave edilmesinden başka bir şey değildi. Bu, filojiston teorisine taban tabana zıt bir görüştü; fakat Lavoisier bu teoriye saldırmakta bir an bile tereddüt etmedi. Marx'ın Hegel'i ayakları üzerine dikmesi gibi, Lavoisier de tüm iddialarını ters yüz ederek filojiston teorisini tekrar ayakları üzerine dikti. **5.52**

Kimyasal elementler

Lavoisier kimyada daha önce yaşanan tüm kargaşanın, eski ve yeni elementlerin bir yasa çerçevesinde birleştirilmesiyle giderilebileceğini gösterdi. Daha önce saptanmış olan elementler listesine -söz

konusu elementler Aristo'nun unsurları değil, Boyle'un elementleridir: Karbon, kükürt, fosfor ve tüm metaller– *hidrojen*le birlikte eski su unsurunu oluşturan kendi oksijenini ve havanın diğer bileşeni olan cansız azotu, yani bizim deyişimizle *nitrojeni* ekledi. Bu yeni sisteme göre kimyasal bileşikler esas olarak üç kategoriye ayrılıyordu: Oksijenin bir ametalle meydana getirdiği bileşikler –*asitler*; oksijenle metallerin oluşturduğu bileşikler– *bazlar* ve asit ile bazların birleşmesinden oluşan *tuzlar*. Lavoisier hazırlanma yöntemlerine veya hayali benzetmelere dayalı "şarap tortusu yağı, kurşun şekeri vs." gibi günü geçmiş kimyasal terimleri kaldırarak yerlerine bugün kullandığımız potasyum karbonat, kurşun astetat gibi terimleri koydu. Bu adım, başlı başına 17. yüzyılın başlarında fizikte görülen akılcılaştırma sürecinin aynısıydı. Ayrıca Linnaeus'un kendi botanik sınıflandırmasında kullandığı basitleştirilmiş terminolojiyi de andırıyordu.

Lavoisier bu süreci bir adım daha ileriye taşıdı; çeşitli katı maddelerin birbirleriyle birleştikleri *niceliklerle* ilgili, hızla çoğalan verilerden yararlanarak süreci yeni bulunan gazları da kapsayacak şekilde genişletti ve kendisinin keşfettiği kütlenin korunumu yasası sayesinde kimyayı yalnızca elementlerin hesabının tutulduğu bir çeşit muhasebeciliğe indirgedi. Böylece, bir vuruşla kimyayı tek tek bilinmesi gereken bir dizi bağımsız formülden, yalnızca eski fenomenlerin açıklanmasını değil yeni fenomenlerin de nicel olarak öngörülmesini mümkün kılan genel bir teoriye dönüştürdü. Lavoisier sistematik bir kimyagerden çok kimya alanında bir yasa koyucuydu; temel noktalara yoğunlaştı ve kimyasal bağlantıların doğasını ya da kimyasal maddelerin ne oranda birleştiklerini tam olarak hesaplama görevini başkalarına, Berthollet (1748-1821) ve Richter (1762-1807) gibilere bıraktı.

Kimyanın önceliği

Lavoisier'in kimyada bir devrim gerçekleştirmeyi başarması, çok büyük bir heyecan yarattı. Havada devrim kokusu vardı. Fiziğe sımsıkı bağlanmış olan yeni kimya çok geçmeden çağın en zeki insanla-

rının ilgisini üzerine çekmeyi ve Fransa'yı yaklaşık yarım yüzyıl daha bilim dünyasında egemen konumda tutmayı başardı.

Kimyaya yönelen ilgi sanayide de yansımasını buldu. Buna karşılık sanayi de kimyaya yeni malzemeler sundu; önüne yeni problemler koydu. Scheele'nin cam boyamada kullanılan bir mineral olan manganez üzerine yaptığı incelemeler, 1774'te *klorun* keşfedilmesini sağladı. Berthollet 1784 yıllında klorun beyazlatıcı özelliğini keşfetti. Damadı Watt'tan ilham alan Mg Gregor ise ilk kez büyük miktarda kloru Glasgow'un gelişen keten sanayisinde kullandı. **5.4** Sanayi alanındaki diğer belli başlı kimyasal gelişmeler; Roebuck'un ağartma işleminde kullanılmak üzere kaymağı alınmış süt yerine sülfirik asit imal etmesi (1746) ile Keir'in (1735-1820) 1769'da, Leblanc'ın (1742-1806) ise 1790'da geliştirdiği yöntemler doğrultusunda pahalı varek (bir çeşit su yosunu) ve barilla (yosun sodası) **5.4** yerine tuzdan soda üretilmesiydi. Her ne kadar kendisi yoksulluk içinde ölüme terk edilmiş olsa da, Leblanc'ın yöntemi doğrudan Napolyon'un talimatlarıyla geliştirildi ve bu işte elde edilen başarı Fransa'yı İngiltere'nin denetimindeki diğer ülkelerin ürettiği sodaya bağımlı olmaktan kurtardı. Tüm bu yöntemler Sanayi Devrimi'ne en büyük ivmeyi kazandıran tekstil üretiminde gözlemlenen muazzam artışta vazgeçilmez bir rol oynadılar. Kimyasal işlemler, bitkisel ürünlerin sınırlı kaynaklarının sunduğu olanaklardan çok daha fazlasını sundu. Sözünü ettiğimiz örneklerde de görüldüğü gibi, geleneksel yöntemlerden ya da filojiston teorisinden çıkıp gelen işlemlerde bile elde edilen başarılar ve daha büyük başarıların elde edilmesi umudu kimyasal araştırmaları hızlandırdı ve yeni akılcı doktrinlerin kolayca benimsenmesini sağladı.

Beslenme ile solunumun kimyası

Lavoisier'in bilime yaptığı katkılardan biri de, Priestley'in yaşam sürecinin kimyasal doğasıyla ilgili nitel görüşlerini nicelleştirmek oldu. Bu nedenle Lavoisier nicel fizyolojinin babası sayılır. Ustaca tasarlayıp gerçekleştirdiği bir dizi deney sayesinde canlı bir bedenin tıpkı ateş gibi davrandığını; yiyeceklerde bulunan maddeleri yaka-

rak elde edilen enerjiyi ısı biçiminde serbest bıraktığını kanıtlamayı başardı. Böylece ilk kez organizmaların genel kimyasal bilançosu çıkarılabildi. Yaklaşık iki yüz yıl önce Harvey tarafından keşfedilen solunum ve kan dolaşımı mekanizmasının gerçek anlamı ve önemi açığa çıkmış oldu.

Dalton: Atom teorisi

Kimyanın kavranması yolunda bir sonraki yaşamsal adım yirmi yıl sonra, Quaker mezhebine bağlı Manchesterli bir dokumacı ve öğretmen olan John Dalton (1766-1844) tarafından atıldı. Dalton da tıpkı Priestley ve Lavoisier gibi aslında kimyacı değil, fizikçi ve meteorologdu. Elastik akışkanlar olarak gazlar ilgisini çekmiş ve onların bu özelliklerini Newtoncu *atomların* karşılıklı olarak birbirini itmesi ilkesiyle açıklamaya çalışmıştı. Bu onun, atomların farklı türden gazlar içindeki olası oranlarını göz önünde bulundurmasını ve böylece, elementlerin bileşimi yasasını belirli ağırlık katları temelinde nasıl açıklayabileceğini görmesini sağladı. Bu açıklamaya diazot monoksit, nitrik oksit ve nitrojen peroksit gibi yeni gazları çözümleyerek ulaştı. Dalton'un izinden giderek bugün de bu gazları sırasıyla N_2O, NO ve NO_2 biçiminde yazıyoruz. Bu sonuç, tüm kimyasal bileşiklerin tek tek atomlardan -kendi içlerinde ikili, üçlü ya da dörtlü gruplar halinde düzenlenmiş farklı türden atomlardan- oluştuğu varsayımından çıkarıldı.

Kristallografi: Haüy

Kristaller içinde oluşan diğer düzensizliklerin de yine bu dönemde atomsal bir açıklamasının yapılması gerekiyordu. Steno 17. yüzyılda kristalin yüzeyleri arasındaki *açıların* değişmezliğini göstermişti. Huygens bunun, kristalin tüfek saçmaları ya da Newton'un deyişiyle "sıra neferleri" gibi özdeş moleküllerin bir araya toplanmasıyla oluşmuş olması gerektiğini gördü. Ancak, bu molekülleri genelleştirmek bunların farklı türden kristaller içinde bir araya getirilebileceğini göstermek, 1800 yılında, emekli bir Fransız keşişi olan Haüy'e kaldı. Daha sonra Mitscherlich (1794-1863) benzer bileşiklerin neredeyse

aynı kristal yapılara sahip olduğunu fark edince, yeni kristallografi bilimi kimyaya yararlı bir yardımcı haline geldi.

Elektroliz: Humphry Davy ve Faraday

Bir başka yardımcı kol, elektrik alanında ortaya çıkacaktı. Yeni elektrik akımının yalnızca suyu değil tuzları da ayrıştırdığı görüldü. Davy 1807 yılında, daha önce ayrıştırılmamış olan alkalilerden ve metal oksitlerden yeni metaller -sodyum, potasyum ve kalsiyum- elde ederek Lavoisier'in tablosunu tamamladı ve tüm elementleri metaller ve ametaller olarak ikiye ayırdı. Metalik atomların pozitif (+), ametalik atomların ise negatif (-) elektrik yüklü olduklarını gördü. Faraday da çözeltilerdeki atomların iletilme hızlarının birleşenağırlıklarıyla doğru orantılı olduklarını gösterdi. Bu da elbette -bizim bugün elektron olarak bildiğimiz- tek bir elektrik atomu kavramına ulaşılmasını sağlayacaktı. Ancak bu son adımın atılabilmesi için bir yetmiş yıl daha beklemek gerekti; zira, bir sıvıya atom niteliği verilmesine olanak tanımayan çok güçlü önyargılar bulunmaktaydı.

İnorganik ve mineral kimya: Berzelius

Elektrik teorisi pozitif ve negatif yüklerin karşılıklı nötürleşmesi sonucu tuzların oluşumuna yalın bir açıklama getirmişti. Bu açıklama, 19. yüzyılın birinci yarısında, özellikle de İsveçli kimyager Berzelius'un (1773-1848) ellerinde, pek çok inorganik bileşik ve mineral türünün içeriklerinin belirlenmesini sağladı.

18. yüzyılda başlayan geleneksellikten uzak yeni kimya sanayisi, elde edilen bilgilerin ve başta egemen durumdaki tekstil olmak üzere diğer sanayi kollarının alabildiğine artan taleplerinin sağladığı itici güçle hızla gelişmekteydi artık. Ancak bu gelişmeyi güvence altına alan, bilim insanları ile imalatçılar farklı kişiler olduklarında bile bunlar arasında sıkı ilişkiler kurulmasına olanak tanıyan küçük kuruluşların hâlâ var olmasıydı. Bu yeni sanayi, esas olarak maden cevherlerinin analizleriyle ilgilenen mineraloji kimyagerleri ile bitki ve hayvan ürünleriyle ilgilenen eczacı arasında bir ilişki kurulmasını sağladı. *5.3*

Organik kimya: Dumas ve von Liebig

Böylece kimyaya ilk defa geçmişin eczanesinin sunduğundan çok daha geniş ve donanımlı olan sağlam ve kalıcı, ekonomik bir temel sağlanmış oldu. Bu temel, organik kimyanın büyük güçlüklerle dolu dünyasına adım atılmasını mümkün kıldı. Ne var ki bu alanda çalışan kişilerin zekâ ve yeteneklerine rağmen bu süreç çok yavaş ilerledi. Aslında yağlar, şekerler ve bitki asitleri gibi en basit organik maddelerin elde edilmesi ve arıtılması pek de zor olmadı; bunların yeni keşfedilen karbon, azot, oksijen ve hidrojen bakımından analizleri de kolayca yapıldı. Ancak, elde edilen bulgular tek başlarına fazla bir anlam ifade etmiyorlardı. Bunların yeni bir tarzda yorumlanması gerekmekteydi.

Coşku dolu yeni bir kuşak; önce Fransa'da Guy Lussac, Laurent, Gerhardt (1815-1856) ve Dumas (1800-1884); ardından Almanya'da von Liebig ve Wöhler (1800-1882) bu görevin üstesinden geldiler. Kimya alanında neredeyse yetmiş yıl süren Fransız egemenliğine son verip Almanya'yı öncü duruma getiren, Liebig'den başkası değildi. Onun Giessen'deki laboratuvarı modern kimya eğitimine ve araştırma laboratuvarlarına örnek oluşturdu. Yağlar, yağ asitleri ve alkoller gibi basit maddeler üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, yavaş yavaş *yapı* ile ilgili birtakım fikirler ortaya çıkmaya başladı. Düzenlenen bir baloda, patenti yeni alınmış ve klorla beyazlatılmış mumların etrafa iğrenç bir koku salması sonucu yaşanan fiyasko üzerine kendisinden bunun nedenlerini araştırması istenen Dumas, klorun hidrojenin yerini alabileceğini buldu ve bu buluş genel bir *ikame* teorisine yol açtı. Bunu önce alkoller gibi bazı parçaları ortak olan molekül *türleri* teorisi, ardından da metil ya da benzoil gibi atomların bir parçası gibihareket edebilen bağımsız parçalar *-radikaller-* teorisi izledi.

Böylesi yapılar kuşkusuz yalnızca katkı maddesi olarak kullanılabilirlerdi. Von Liebig daha 1823'te bir *izomerizm* (aynı bileşik içinde yer alan fakat farklı kimyasal özelliklere sahip iki madde) vakasını fark etmişti. Bu durum molekül içinde farklı bir düzenlemeyi işaret etmesine karşın böylesi görüşlere daha çok metafizik ve felsefi

nedenlere bağlı olarak şiddetle karşı çıkıldı. Bazıları bu hipotezlerin deneyimin çok ötesine geçtiğini düşünüyor; bazıları da bundan radikal bir deizm kokusu alıyordu. Ayrıca, canlı varlıklardan oluşan maddelerin laboratuvarda yapılabileceği konusunda ciddi kuşkular vardı.

Avogadro yasası

Fizik bilimlerinin doğurduğu iki büyük etki olmasaydı, organik kimya büyük olasılıkla özdeş maddelerin kaba formüllerle sınıflandırılmasından ve bir türü başka bir türe dönüştüren tepkimelerden oluşan bir koleksiyon olarak kalacaktı. Bu etkilerden ilki, 1811 gibi erken bir tarihte Avogadro (1776-1856) tarafından ortaya konan, ancak Canizzaro (1826-1910) tarafından 1860'da yeniden vurgulanana kadar genel kabul görmeyen bir yasanın kavranmasıydı. Bu yasa eşit hacimli bütün gazların aynı koşullar altında aynı sayıda molekül içerdiklerini, böylece her tür atomun bir molekül içindeki sayısının doğru olarak saptanabileceğini belirtir.

Asimetrik moleküller: Pasteur

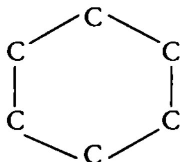
İkinci keşif rasemik asitin, biri normal tartarik asit, diğeri kimyasal bakımdan özdeş fakat fiziksel olarak farklı olan iki bileşene ayrılmasıydı. 19. yüzyıl bilimi açısından büyük önem taşıyan bu keşif 1848'de o zamanlar 25 yaşında bir genç olan Pasteur tarafından yapıldı. 5.3 Pasteur olağan laboratuvar işlemleri sonucu elde edilen moleküllerin polarize ışığın düzlemini döndürmediklerini, oysa doğal olarak üretilen moleküllerin bunu yaptığını gösterdi. İlki, sağ ve sol eller gibi ters dizilişli iki tür molekülü eşit sayıda barındırmakta; ikincisi ise yalnızca bir tür molekül içermektedir.

Bu önemli gözlemlerden iki sonuç elde edildi. Birincisi, moleküllerin üç boyutlu olduklarıydı; diğer bir deyişle onları katı modeller olarak çizebilmek mümkündü. İkincisi, doğanın, molekülleri o günün kimyagerlerinden daha farklı bir yol izleyerek oluşturmuş olması gerektiğiydi; dahası, organizmaların içinde sözgelimi sağ elli değil de sol elli belirli kimyasal yapılar olmalıydı. Pasteur bu ikinci

ipucunu izleyerek ilkin modern biyokimyanın, ardından da bakteriyolojinin kurucuları arasında yerini aldı.

Kekulé ve benzen halkası: Değerlik

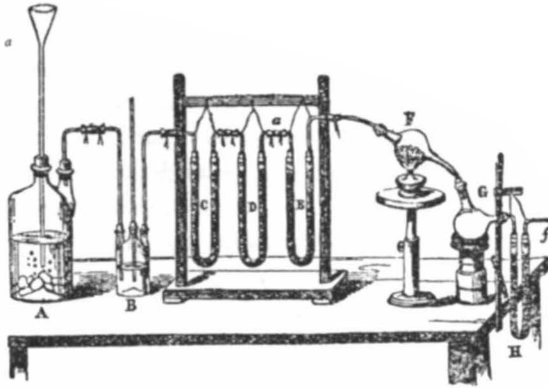
Organik kimyanın gelişimi bir başka branşa bağlıydı, ne var ki bu branş hâlâ çok yavaş gelişmekteydi. Moleküllerin uzayda atom motifleri gibi resmedilebileceği düşüncesi parlak Alman kimyager Kekulé (1829-1896) tarafından geliştirildi. Kekulé 1865'te çift katlı bir otobüsün üst katında otururken, benzen molekülünün C_6H_6 altı karbon atomundan oluşan bir halka içerdiği düşüncesini kafasında canlandırdı.

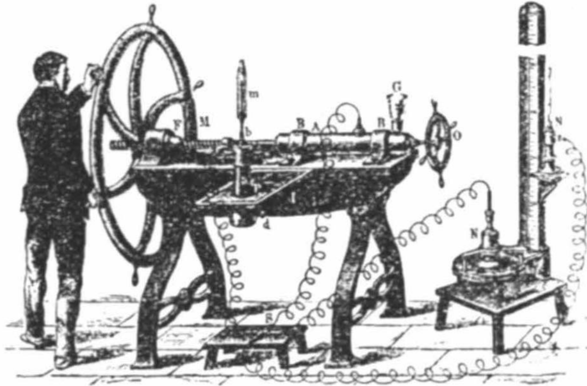


O günden sonra artık bir muhasebeci gibi maddenin molekülündeki atom sayısını vermek yeterli olmayacak; bir mimarın gözüyle bunların *yapısal* bir formül aracılığıyla nasıl düzenleneceğini gösteren bir plan ortaya koymak gerekecekti. Böylece Kekulé giderek daha fazla kabul görmeye başlayan, farklı türden atomların diğer atomlarla kurabilecekleri bağ sayısıyla nitelendiği görüşünü kesin olarak kanıtladı. Hidrojenin bir, oksijenin iki, azotun üç, karbonun dört tane böylesi bağı ya da değerliği vardı.

Van't Holf ve Le Bel: Uzamsal kimya

Van't Holf (1852-1911) ve Le Bel (1847-1930) karbonun dört değerliğinin bir düzlem içinde bulunamayacağını ve uzayda bir çıkıntı yapması gerektiğini ancak on iki yıl sonra görebildiler. Böylece, Pasteur'ün yirmi beş yıl önce keşfettiği iki farklı –sağ el, sol el– dizilişi açıklamak mümkün oldu. O andan itibaren üç boyutlu yapısal organik kimya, uygulamalı geometrinin bir branşı haline geldi; artık çok karmaşık bileşiklerin bile analizi ve sentezi yapılabiliyordu.





Şekil 14: 19. Yüzyılda Kimya ve Fizik

a. Berzelius ve Dulong tarafından hazırlanan, bakır oksit üzerinden hidrojen geçirilerek suyun bileşeninin analiz edilmesi

Graham'ın Elements of Chemistry'sinden, 1850

b. Cailletet'nin oksijen sıvılaştırıcısı, 1877. Gaz, burgulu pompa ile sıkıştırılır ve üzerindeki basınç kaldırıldığında, soğutulmuş tüp içinde sıvılaşır.

From Graham's Elements of Chemistry, 1850

Sentetik boyalar ve Alman Kimya Sanayisi

Ancak organik kimya bundan çok daha önce uygulama alanında kendisini kabul ettirmiş durumdaydı. Kininin yerine geçecek bir madde arayan Perkin (1838-1907), neredeyse tamamen tesadüf eseri ilk yapay anilin boyası olan macentayı keşfetti. Ayrıca, gaz sanayisinden elde edilen kömür katranı ürünlerine de uygun bir pazar bulmuş oldu. Ne var ki İngiltere'de kimya, yalnızca birkaç amatörün ve çok az fakültenin ilgi alanı içindeydi. Öte yandan kimya sanayisi pratik olmakla övünüyordu. Perkin'in İngiltere'de önemsenmeyen buluşuna yeni Alman sanayisinin daha bilimsel bir kafa yapısına sahip yöneticileri dört elle sarıldılar. Sentetik boyalardan elde edilen kârlar kısa sürede Almanya'da olağanüstü büyük ve egemen bir kimya sanayisinin doğmasına yol açtı. Kimya sanayisi her ne kadar başlangıçta tekstil sanayisinin bir yan kolu olarak kalmışsa da yeni patlayıcılarda kullanılan nitrik asit üretebilme kapasitesi dolayısıyla hem I. hem de II. Dünya Savaşları'nda gerekli askeri malzemenin sağlandığı başlıca kaynak durumuna geldi.

Kimyagerler, özellikle de 19. yüzyıl sonlarının kimyagerleri tamamen yeni türde bilim insanlarıydılar; önceki çağların fizik bilimcilerine oranla sanayiyle daha yakın ilişki içindeydiler. Bu durumun yol açtığı bilimin sınai çıkarlarla özdeşleştirilmesi eğilimi bilimsel tartışmaların, özellikle de radikal bilimsel tutumların 19. yüzyılın sonlarında daha az görülür olmasının başlıca nedenlerinden biridir.

Bununla birlikte salt bilimsel açıdan bakıldığında, organik kimya yöntemlerinin yardımıyla moleküler yapının saptanması insan aklının en büyük mantıksal zaferlerinden biridir. Belirleyici adımı atan insanların sayısı bir elin parmaklarını geçmez; ama onları izleyen çok sayıda kimyager, kimyasal dönüşüm mantığından yararlanarak uzaydaki en karmaşık atom dizilişlerini kafalarında canlandırmayı ve gerçekten de bu dizilişlere sahip modeller yapmayı başardılar. Böylece, önceleri *analiz* yoluyla saptadıklarını *sentez* yoluyla kanıtladılar. Organik kimya bu şekilde gelişerek fizikten neredeyse tamamen bağımsız, kendi kurallarına ve çalışma tarzına sahip bir disiplin haline geldi.

Fizikokimya

Ancak bu durum kimyanın tümü, özellikle de ilginin cisimlerin gerçek bileşenlerinden onların birbirleriyle girdikleri tepkimelere, ısının etkisine ve çözelti, kristalleşme, elektroliz gibi problemlere kaydığı inorganik kimya için geçerli değildi. Bu ilgi kimyanın yeni bir branşının, *fizikokimyanın* doğmasına yol açtı. Fizikokimya 20. yüzyılda tüm bir bilimi etkin bir çatı altında birleştirecek diğer "köprü" bilimlerin prototipi olan ilk melez bilimdi. Fizikokimyanın değeri, yeni mineral tuzu yataklarından sanayide yararlanma çabaları sırasında anlaşıldı; çünkü bu tuzları fizikokimyasal yöntemler kullanmadan ekonomik bakımdan tutumlu bir biçimde bileşenlerine ayırmak olanaksızdı. Fizikokimya aynı zamanda soda üretiminde Leblanc işleminin yerini alan Salvay amonyak soda işlemi ile sülfirik asit ve amonyak üretiminin bağlı olduğu katalitik işlemler gibi bütünüyle yeni kimyasal sanayilerin de temelini oluşturdu. İngiltere'de kimya alanındaki büyük tekelleşme de bu işlemlerin sunduğu temel üzerinde yükseldi.

•

İlk biyokimya

Kimyanın zaferi biyolojik süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak bilim tarihinde bir başka önemli rol daha oynadı. Biyolojik sistemlerde karşılaşılan yapı türleri ve birleşme yasaları bilinmeden, mikroskobun sağlayabildiğinden daha derin bir kavrayışa ulaşmak olanaksızdı. Organik kimyanın 19. yüzyıldaki gelişiminin mantıksal olarak biyolojik esasları formüle etme çabasından önce gelmesi gerekiyordu.

Bitki ve hayvan metabolizmasının temel özellikleri karbon, hidrojen ve oksijen bakımından -yani hayvan bir ısı makinesi olarak ele alındığı sürece- 18. yüzyılda esas itibarıyla saptanmış durumdaydı. Oysa azotun aynı derecede önem taşıyan rolünün anlaşılması 19. yüzyılın büyük bir bölümünü aldı. Bitkilerin topraktan ne tür bir gıda -azot, fosfat ve tuz- aldıklarını gösteren von Liebig oldu. Bitkilerden hayvanlara oradan da toprağa geçen azot gibi elementlerin dönüşümünün büyük döngüleri izlendi ve hatta azot bağlayıcı organizmalar

aracılığıyla havada bile takip edildi. Bu, Söz konusu inorganik maddelerin organizma içindeki işlevlerini anlayabilmek için bu henüz bir başlangıçtı. Bir zamanlar canlı olan kaynaklardan elde edilen materyallerin özellikle sınai açıdan yararlı özelliklerini incelemek bir şey; onların metabolizma içinde dönüşümlerini izlemek ise bambaşka bir şeydi. Organik kimyanın *biyokimyaya* dönüşmesinin bu kadar uzun sürmesinin nedeni budur. Ancak yine de yüzyılın sonlarına yaklaşıldıkça kimyasal ilgi, boya sanayisinin doğrudan kâr getiren sentetik kimyasından, doğal organik maddelerin yapılarının daha ayrıntılı bir biçimde anlaşılması yönüne doğru kaymaya başladı. Özellikle Emil Fischer'in (1852-1919) şekerler ve yaşam maddesi proteinler üzerine yaptığı büyük çalışma bu durumu gözler önüne serer. Fischer, proteinlerin çok daha basit bir bileşik olan aminoasit zincirlerinden meydana geldiğini gösterdi. Ayrıca boya kimyasının bir yan ürünü olarak yeni bir farmakolojinin de temelleri atıldı. Ehrlich'in (1854-1915) frenginin tedavisinde kullanılan salvarsanı ve uyku hastalığının tedavisinde kullanılan Bayer 206'sı gibi ilaçlar, bir sonraki yüzyılın kemoterapi alanındaki zaferlerinin habercisi oldular.

9.5. BİYOLOJİ

Fizik bilimlerinin 18. ve 19. yüzyıllar boyunca gösterdiği gelişme, ilerde göreceğimiz gibi pek çok noktada onunla etkileşim içinde bulunan, canlı varlıklara yönelik bilimsel bir yaklaşımı da yeniden canlandırdı. Bu yaklaşımın kökleri klasik çağlara, Aristo'nun doğa tarihi ile Galen'in fizyolojisine kadar uzanır. Doğaya yönelik uzun süre devam eden tümüyle biçimsel ve ahlaki bir ilginin ardından, Ortaçağ'ın sonları ile Rönesans dönemine özgü hayvanlar ve bitkiler ile bitkilerden elde edilen ilaçlar hakkında bilgi veren kitaplarda gördüğümüz gibi betimsel natüralizme duyulan ilgi yeniden canlandı. Yeni dünyanın güzellikleri ve vaat ettiği zenginlikler bu ilgiyi daha da kamçıladı. Daha önce gördüğümüz gibi, 16. ve 17. yüzyıllarda anatomi ve fizyoloji alanlarında köklü yenilikler yapılmış; ilk mikroskopçular yeni bir dünyayı, çok küçük varlıkların dünyasını gözler önüne sermişlerdi.

Bununla birlikte 17. yüzyılın biyoloji alanındaki öncüleri bir yandan tıpkı fizikte olduğu gibi yüzyılın sonlarına doğru doğa tarihinin şaşkınlık ve merak uyandıran yönlerine ilgi duyarlarken, öte yandan bu canlı ilgi, ilaçların başlıca kaynağı durumundaki botanik ve zooloji araştırmalarını da içeren kılı kırk yaran bir tıbbın gelişimine katkıda bulundu. Ancak bu dağınık ve gelişigüzel gözlemler dönemi, biyoloji tarihi açısından son derece önemli bir evreydi. Çünkü biyoloji ayrıntılar bakımından fizikle ve hatta kimyayla bile karşılaştırılamayacak kadar zengin, dolayısıyla da bir sonuca ulaşmak için sayısız olgunun toplanmasını, incelenmesini ve titizlikle sınıflandırılmasını gerektiren bir bilimdi. Bu görevin yerine getirilmesi 200 yılı aşkın bir zaman aldı.

18. ve 19. yüzyıllarda biyolojik ilginin yönünü ve onunla birlikte biyolojinin gelişim sürecini belirleyen temel itkilerin ilki, esas olarak yeni doğal ürünler bulup onları sömürmek amacıyla girişilen coğrafi keşifler; ikincisi, fizyolojiye ve anatomiye verdiği yoğunlukla birlikte gelişmekte olan tıbbın gereksinmeleri; üçüncüsü, geleneksel geçimlik tarımdan üretimin pazar için yapıldığı ticari tarıma geçişe eşlik eden tarımsal devrimin gereksinmeleri ve sorunları ve son olarak da tekstil, gıda ve içki sanayisi de dahil olmak üzere büyük ölçüde hayvansal ve bitkisel ürünlere dayanan, alabildiğine gelişip yaygınlaşmış sanayi kollarının gereksinmeleriydi. Bu itkilerin hepsi iç içe geçmiş durumda ve etkileşim içindeydiler. İlk iki itki asla kaybolmadı ancak keşifler önemini yitirirken tıbbın önemi göreli olarak arttı. Bilimsel tarım ancak 18. yüzyılın sonlarında, endüstriyel biyoloji ise 19. yüzyılın ortalarında ortaya çıkabildi.

Daha önce gördüğümüz gibi, sınai gelişimin neden olduğu sınırlı sayıda sorunla uğraşan fizik ve kimya alanlarıyla karşılaştırıldığında, biyoloji alanındaki çalışmalar son derece dağınık ve âdeta gelişigüzel bir tarzda sürdürüldü. Diğer bilimlere oranla, pratik bakımdan yararlı yöntemler sunamadığından, getirdiği yenilikleri kabul ettiremeyen biyoloji bu yüzden ister istemez bilim dünyası dışındaki düşünce akımlarından, özellikle de Fransız Devrimi'nin çizdiği hattın birbirinden ayırdığı 18. ve 19. yüzyılları sarsan büyük dini ve din karşıtı savaşlardan çok daha kolayca etkilendi.

Dini çevreler gökyüzü küreleri arasında yitirdikleri, ilahi yönetimi doğrulayan kanıtları canlılar dünyasında yeniden bulmayı umuyorlardı. Akılcıların ümidi ise tersine, maddenin yaşam fenomeni içindeki mekanik işleyişini kanıtlayarak ruhları evrenden kovmak ve Eski Ahit'in yaradılış efsanelerini kesin olarak çürütmekti. Her iki taraftan natüralistler bütün gayretleriyle doğayı incelemeye koyulup, tek doğru görüş olduğuna inandıkları kendi düşüncelerini destekleyecek daha inandırıcı kanıtlar bulmaya çalıştılar. Dini önyargılar artık araştırmaları önleyecek güçte değildi; fakat yine de en azından Darwinizmin zaferine kadar elde edilen sonuçların önüne geçmeyi başardılar. Canlılar dünyasının akılcı bir yorumuna ulaşma yolunda atılacak her adım için savaşmak gerekti. Belki de tek teselli kaynağı, benimsenmeleri uzun zaman alan bu görüşlerin, tam da bu nedenle çok iyi kavranmış olmasıdır.

Biyoloji alanında insanlar fizikte olduğundan daha çok, ama sosyal bilimlere oranla daha az olmak üzere birbirine zıt olağan ve olağanüstü saçmalıkları aynı anda benimsediler. Bir taraftan doğadaki her şey düpedüz "doğal"dı; çimenlerin neden büyüdüğünü veya aslanların neden kükrediğini açıklamaya gerek yoktu. Bu onların doğası gereğiydi; her zaman öyle olmuştu ve öyle olacaktı. Bulunan fosillerden ya da bir yaradılış inancından yola çıkılarak, bizim bildiğimiz dünyanın bir zamanlar farklı olduğu kabul edildiğinde ise bugünkü dünyanın büyük bir patlamayla bir anda ortaya çıktığına veya en çok yedi gün içinde yoktan var edildiğine inanmak, bu gelişimi bugün görülenden oldukça farklı ama bütünüyle de farklı olmayan bir yerden başlayarak adım adım izlemekten çok daha kolaydı. 1859 yılına gelininceye dek en aklı başında, sağduyu sahibi bir doğacı ya da jeolog bile, Nuh tufanının yanlarında önemsiz kalacağı evrensel felaketleri zihinsel bir kuşkuya kapılmaksızın kabul etmeye hazırdı.

Her ne olursa olsun, biyolojinin büyük genellemeleri, karmaşıklıkları yüzünden ancak canlıların son derece yaygın ve derinlemesine incelenmesi temelinde oluşturulabilirdi ve bu da her şeyden önce doğa tarihçilerinin göreviydi. Bu nedenle, öncelikle doğa tarihinin ve ona eşlik eden jeolojinin gelişimini, organik evrim teorisine ulaştıkları doruk noktasına kadar izleyeceğiz. Organik evrim teorisi in-

sanlığın düşünce tarihi açısından çok büyük önem taşımasına karşın, yalnızca canlı veya fosil durumundaki organizmaların dış görünümlerine ve kaba anatomilerine dayanır ve bu teorinin çok az pratik sonucu vardır. Küçüklü büyüklü organizmaların iç yapılarının incelenmesini önüne koyan ve mikroskobun kullanılmasıyla başlayıp kimya yöntemleriyle devam eden diğer yaklaşım ise çok daha araştırmacıydı. 19. yüzyılın sonlarına doğru bu yaklaşım, hastalıkların tedavisinde ve tarımsal üretimde verimliliğin arttırılmasında pratik yönden yararlı olacağının işaretini vermeye başladı.

Doğa tarihi ve sınıflandırma: Linnaeus

18. yüzyıl gezginlerin, koleksiyoncuların ve sınıflandırmacıların yüzyılıydı. Sınıflandırma düşüncesi, botanik bahçelerindeki bitkileri ve camekânlar içindeki koleksiyonları düzenleme hatta çok daha büyük bir olasılıkla katalog hazırlama ve basma gibi pratik ihtiyaçlardan doğmuştu. Doğal olarak her koleksiyoncunun veya katalogçunun malzemelerini nasıl düzenleyeceğine dair kendine özgü bir düşüncesi vardı. Bu yüzden de bir adlar ve düzenlemeler karmaşası çıktı ortaya.

İsveçli yoksul bir papazın oğlu, kendi kendisini yetiştirmiş enerji dolu bir genç olan ve daha sonra kendisine soyluluk unvanı verilerek Von Linné ismini alan Carl Linnaeus'un (1707-1778) tek başına dünyadaki tüm hayvanları, mineralleri ve özellikle de bitkileri sınıflandırma görevini üstlenmesi 18. yüzyılın ortalarına rastlar. Linnaeus, en fazla katkıda bulunduğu alan olan botanikte, Camerarius'un (1665-1721) çiçeklerin, bitkilerin üreme organı olduğunu ortaya koyan büyük keşfinin, onları sınıflandırmanın anahtarı olduğunu anlama becerisini gösterdi. O güne dek önemsenmeyen stamen(çiçeğin erkeklik organı) ve pistil(çiçeğin dişilik organı) sayılarını temel alarak bitkileri sınıflara ayırdı. Soyları ve türleri daha ayrıntılı sınıflandırabilmek için çift isimlerden oluşan bir terminolojiyi -"*Primula farinosa*"- tasarladı. Bu terminoloji ile her canlı türünü bir diğerinden ayırabilmek mümkündü.

Önceleri oldukça keyfi bir tarzda yürümesine karşın, böylesine

bir bilginin örgütlenmesi için elverişli koşullar oluşmuştu. Linnaeus çok gezdi, bolca malzeme topladı ve Uppsala'da sistemli bir botanik bahçesi kurdu. Kısa sürede onun sınıflandırma çalışmasına yardımcı olmak için dünyanın dört bir yanını dolaşıp bitki örnekleri toplayan bir müritler topluluğu kazandı. Her tarafta hayranlar edindi ve taklitçileri ortaya çıktı. 1788'de Londra LinneciTopluluğu kuruldu. Sisteminin basitliği ve malzeme üzerindeki tartışma götürmez hâkimiyeti sayesinde Linnaeus, sınıflandırma sistemini bütün bir bilginler dünyasına kabul ettirdi. Bu sistem, sonradan yapılan birkaç ufak değişiklikle birlikte günümüz botaniğinin ve zoolojisinin de temelini oluşturdu. Öte yandan, bilimsel olmayan ilkelere dayanan -ki bu, o zaman için kaçınılmazdı- minerallerle ilgili yaptığı sınıflandırma kısa sürede bir kenara atıldı ve yerini kimyaya ve kristalografiye dayanan daha akılcı bir sisteme bıraktı.

Bir doğa sistemine doğru: Buffon

Bu sistemle donanmış olan naturalistler, dünyanın neresinde olurlarsa olsunlar ismini doğru koyduklarında aynı organizmadan söz ettiklerini bilerek birlikte çalışmalar yürütebildiler ve böylece canlı varlıkların sınıflandırıldığı ortak bir katalog oluşturma işine katkıda bulunabildiler. Bu süreç devam ederek günümüze kadar geldi. Linnaeus'un sistemi başlangıç için fazlasıyla katıydı; ancak zamanla köklü bir kopuş yaşamadan sistem değiştirildi ve giderek bir doğa sistemi haline geldi. Böylece birbirine benzeyen türler aynı cins içinde sınıflandırılabilirken, daha büyük grupların -familyalar ve cinsler- daha önemli farklılıklarla birbirlerinden ayrılmaları da mümkün oldu.

Sistematikçilerin çalışmalarının uygulamada anında anlaşılan değeri kalıcı oldu. Ancak bilimsel bakımdan sistemin yerleşmesi çok daha kapsamlı ve etkili sonuçlar doğurdu. Kullanılan soy, cins ve familya gibi terimlerden de anlaşılacağı üzere, aralarındaki akrabalıkları göz önünde bulundurmadan canlıların doğal sınıflandırmasını yapmayı düşünmek bile olanaksızdı. Bunu ilk fark eden George Louis de Buffon (1707-1788) oldu. Parlak zekâsı ve cana yakınlığı

sayesinde Buffon doğa tarihini hem Fransız Sarayı'nda hem de soylu bir üyesi olduğu yükselen burjuvazi arasında başka hiç kimsenin yapamadığı kadar sevdirdi. Buffon 1739 yılında, günümüzde Jardin des Plantes adını almış olan Jardin de Roi'nin sorumluluğuna getirildi ve bu bahçeleri Fransa'nın birçok biyolog ve kimyagerinin eğitim görüp ilham aldıkları büyük bir araştırma enstitüsüne dönüştürdü. Doğa tarihi dışında başka hiçbir alanda bilgi sahibi olmayan Linnaeus'un tersine Buffon fizikçiydi ve Newtoncu sentezin akılcı görüşlerini biyoloji alanına taşıdı. Ne var ki belki de bu yüzden, sabırlı bir gözlemci ve gayretli bir sınıflandırmacı olamadı. Bilimin yazınsal sunumuna öncülük etti ve dünyanın, bitkilerin, hayvanların ve insanın kendisinin kökenine dair cüretli düşünceleri ile *filozofların* ve Fransız Devrimi'nin mimarlarının gönüllerini fethetti.

Buffon bir başyapıt olan *Systéme de la Nature* adlı eserinde, hayvanların ve bitkilerin sınıflandırılmasının ifade ettiği akrabalığın gerçek olduğunu öne sürdü. Bu görüş Ay Derneği'nin önde gelen üyelerinden biri olarak daha önce sözünü ettiğimiz Erasmus Darwin (1731-1802) tarafından desteklendi. Lichfieldli başarılı bir hekim olan ve bilimin yaygınlaştırılması için çaba gösteren Erasmus Darwin, aynı zamanda hem bir şair hem de biyoloji alanında yaratıcı ve cesur bir teorisyendi. *Zoonomia* adlı yapıtı, yaşamın kökenini ilkel bir filamentten başlayarak izleme çabasıydı. Bu filament, çeşitli dışsal etkilere verdiği farklı farklı tepkilerin bir sonucu olarak gözlemlenen çok çeşitli canlı türlerini meydana getirmişti. Erasmus Darwin, canlı maddelerin iç yapısı ya da reaksiyonları hakkında bilgi sahibi olmadığından düşünceleri ister istemez kurgusal düzeyde kaldı. Dolayısıyla doğrudan doğruya yeni gözlem ve deneylere yol açmaktan çok Alman romantik *-doğa felsefesi* okuluna destek sundu. Bununla birlikte, onun düşünme cesareti gösterdiği şeyleri ilerde başkaları da düşünecekti.

Fransız Devrimi'ne karşı gösterilen tutucu tepkiler olmasaydı, bütün türlerin ortak bir kökenden geldiği görüşü 19. yüzyılın başlarında kolaylıkla kabul edilebilecekti. Ne var ki 19. yüzyılın başlarında İncil'de anlatılan yaradılış öykülerine -bitki ve hayvan türlerinin uygun günlerde yaratılması- sözcüğü sözcüğüne inanmak,

17. yüzyılda ya da Karşı Reform döneminde olduğundan çok daha gerekliydi. Bu yüzden doğa bilimcileri mikroskoplarına kör gözlerle baktılar ve doğa sisteminin ne anlama geldiği üzerine kafa yormaktan kaçındılar.

İlk evrimciler: Lamarck

Buna karşın bazı doğa bilimciler bu konuda kafa yormayı ve düşünceler üretmeyi sürdürdüler. Bunlar arasında en özgün olanı, Jardin du Roi'de botanikçi olarak çalışan Lamarck'tı (1774-1829). **1.14** Lamarck, 1809 yılında mevcut türlerin çevrelerine daha iyi uyum sağlama arzusunun yol açtığı bir adaptasyon sonucu eski çağlardaki türlerden türedikleri teorisini cesaretle ileri sürdü: Yüksek bir ağacın tepesindeki yaprakları gören zürafa boynunu uzatmış ve bu uzama kalıtım yoluyla sonraki kuşaklara aktarılmıştı. Kabul edilmesi güç ve zorlama olduğu düşünülen bu görüş, pek fazla destekçi bulamadı. Ancak bu arada, yalnızca canlı organizmalar değil fosiller üzerine de yapılan incelemelerde elde edilen kanıtlar giderek çoğalmaktaydı.

Kurgusal jeoloji ve yaradılış

Jeolojik çalışmaların bilimler kategorisinde yer alması oldukça geç bir tarihte gerçekleşti. Jeoloji her şeyden önce bir alan bilimiydi. Evinde koleksiyon yapan birinin elinden, yeryüzünün tuhaf ürünlerini hayranlıkla izlemekten başka bir şey gelmiyordu. Öte yandan madenci de maden cevheriyle ve bu cevherin kayalar üzerindeki izleriyle o kadar meşguldü ki, yeryüzünün yapısı ve tarihi gibi genel teorileri formüle etmeye ne ilgi duyuyordu ne de bu konuda yeterince bilgi sahibiydi. Ancak yine de doğaya olan genel ilginin artmasıyla birlikte 18. yüzyılda yeryüzü ve fosiller hakkında yürütülen görüşler giderek çoğalmaya başladı. Aslında, çok eski çağlarda bile dağlarda bulunan istiridye kabuklarının denizin varlığını gösterdiği düşüncesi, yaşamın kadimliği üzerine fikirler yürütülmesine yol açmış; ne var ki o zamanlar her şey Nuh tufanına bağlanarak sorun kolayca çözüme kavuşturulmuştu. Deniz seferleri ve uzak bölgelerdeki volkanlarla depremler hakkında anlatılan şaşırtıcı hikâyeler, bir başka

görüşün ortaya çıkmasına neden oldu; buna göre dünya, yeryüzü kabuğunun içten gelen bir ateş sonucu çatlaması nedeniyle daima felaketlerle yüz yüzeydi. Neptüncüler (tufana inananlar) ile Plutoncular (depreme inananlar) arasındaki kısır tartışmalar 18. yüzyılın ikinci yarısı boyunca hiçbir yarar sağlamaksızın sürüp gitti.

Hutton ve sağduyu

Kurgusal jeolojiden ilk köklü kopuş, Black'in yakın dostu olan ve yaşadıkları kenti Kuzey'in Atina'sına dönüştüren parlak bilim insanları ve filozoflar topluluğu içinde yer alan Edinburglu hekim Hutton tarafından gerçekleştirildi. Hutton, *Yeryüzünün Teorisi* adlı yapıtında (1795) jeolojik fenomenlerin, bugün de çevremizde hareket ettiğine tanık olduğumuz kuvvetlerin birer ürünü oldukları görüşünü ileri sürdü. Bu, genel anlamda devrimci bir görüştü. Kırlarda yaptığı yürüyüşler ve pratik bir çiftçi olarak edindiği deneyimler sonucunda Hutton, vadilerin nehirler tarafından yarıldığı, ovaların nehirlerin taşıdığı çamur birikintilerinden oluştuğu ve bu çamurların zamanla sertleşerek kayalara dönüştüğü sonucuna vardı. Aynı zamanda büyük yekpare Arthur's Seat kayalıklarının, önde gelen Neptüncülerden Werner'in (1749-1817) iddia ettiği gibi sudaki çamurun çökelmesiyle oluşamayacağını, antik bir volkanın lavlarının katılaşması sonucu oluşması gerektiğini anladı. Bu görüşler Fransız Devrimi'ne karşı gösterilen tepkilerden kendini kurtaramayacak kadar akılcı idi. Söz konusu tepkiler, her yerde yaradılışın izlerini arayan çoğu dini unvan sahibi jeologların oluşturduğu bir okul tarafından dile getirilmekteydi. 5.35 Ancak yine de Hutton'un görüşleri asla bütünüyle yok olmadı.

Uygulamalı jeolojinin başarısı, madencilerin dar bir alana özgü sınırlı bilgilerinden çok kanal açma deneyimleri sırasında elde edildi. Bir kadastrocu ve kanal açma ustası olan William Smith (1769-1839), yaptığı çalışmalar sonucunda bir baştan bir başa Güney İngiltere'nin tamamında, yeryüzü katmanlarının değişmez diziler halinde birbiri üzerine uzandıklarını fark etti ve ömrünün büyük bölümünü bu katmanların yeryüzündeki çıkıntılarını gösteren ilk jeolojik haritaları çizmekle geçirdi.

Lyell'in 'İlkeler'i

Bu katmanların nasıl oluştuklarını açıklayan felaket teorileri geçerliliğini yitirmeye başladı. Lyell *Jeolojinin İlkeleri* 5.49 adlı yapıtında, Hutton'un doğa güçlerinin işleyişiyle ilgili öğretilerini yeniden canlandırıp daha kapsamlı gözlemler temelinde kendi *tekbiçimci teorisini* oluşturunca, bu eski teoriler hepten gözden düştüler. Eğer her katman belirli bir çağın tortusunu temsil ediyorsa, bu katmanlar içinde bulunan fosiller o çağda yaşamış hayvanlara ait olmalıydı. Söz konusu fosiller oldukça farklı yaşam tarzlarına işaret ediyor, hatta düzenli ve kesin ilerlemeler gösteriyorlardı. Örneğin, ikinci katmandan önce sürüngenlere, üçüncü katmandan önce memelilere rastlanmıyordu. Türlerin değişmezliğini mantıksal bir zorunluluk olarak kabul eden Lyell, ancak her jeolojik çağda tamamen yeni bir faunanın yaratıldığı ve çağın sonunda o faunanın yok olduğu sonucuna varabildi. Belli ki bunların hepsi çok uzun bir zaman almış olmalıydı; dolayısıyla İncil'deki Yaradılış Öyküsü'ne inanmak daha da güçleşti. Ne var ki, 19. yüzyılın başlarındaki gerici atmosferde bunu sorgulamak bile son derece tehlikeli ve cesaret isteyen bir işti.

Charles Darwin ve organik evrim

Doğrusu, hiçbir şekilde yadsınamayacak kanıtlar toplanıncaya ve buna ek olarak farklı türde hayvanların nasıl birbirlerinden türediklerini açıklayan akla yatkın bir mekanizma konuncaya dek eski dini inançların etkisi kırılamadı. Doğal seçilim biçimiyle bu mekanizmayı sağlayan Erasmus Darwin'in torunu Charles Darwin oldu. Darwin, orta Viktorya dönemi kapitalizminin tipik bir yan ürünüydü; *Beagle*'la 5.23 dünya çevresinde yaptığı eğitici bir gezinin ardından Down House'daki çalışma odasında ve bahçesinde, türlerin kökeniyle ilgili kılı kırk yaran özenli bir doğa araştırması yapmaya koyuldu. Darwin, Galapagoslar gibi ıssız adalarda bulunan ender türlerin dağılımı üzerine yaptığı araştırmalar sırasında türler probleminden oldukça etkilendi. Bu türlerin anakıta üzerindeki atalarından türediğini ve bir biçimde farklılaştığını hayal etmek çok çekiciydi -peki ama bu nasıl ve neden olmuştu? Farklılaşmanın nedeni, bir özelliği diğerinden önemli kılan

yaşam koşulları olabilir miydi acaba? Darwin insanların ekonomik yaşamdaki rekabet koşullarının hayvanlar alemi içinde de geçerli olabileceğini düşünmeye başladı. Gerçekten de elinin altında kapitalist sömürüyü haklı göstermek için geliştirilmiş ayrıntılı bir teori vardı. Papaz Malthus'a göre yaşam en iyinin ayakta kaldığı bir mücadeleydi; servet ve mevki ise bu mücadelenin erdemli ödülleriydi. Hastalık ve savaş, nüfusun mevcut yiyecek kaynaklarının besleyebileceğinden daha fazla oranda artmasını önleyen araçlardı. Darwin, aynı şeyin hayvan topluluklarında da geçerli olması durumunda çevresine daha iyi uyum sağlayacak şekilde başkalaşan canlıların, bu başkalaşımı sonraki kuşaklara kalıtım yoluyla aktarabileceğini ve böylece bugün gördüğümüz türlerin yavaş yavaş bir evrim geçirmiş olabileceğini düşündü. Açlığın hüküm sürdüğü kırklı yıllar, bu fenomenin gerçekleştiğini gözlemlemek bakımından son derece uygun bir dönemdi.

Doğal seçilim

Darwin son derece ihtiyatlı bir kişiydi ve bu düşüncesini yayımlamak yerine yaklaşık yirmi yılını onu destekleyecek kanıtları toplamakla geçirmeyi yeğledi. Önceki çağlarda gerçekleşen aşamalı başkalaşımları gösteren kayaların kayıtlarından hayvan ve bitki türlerinin dünyadaki dağılımına ve son olarak da 19. yüzyılda kısmen soyu geliştirmek, kısmen de alımlı güvercin ve köpek türleri elde etmek amacıyla yaygın olarak sürdürülen ve kendisine evrim sırasında meydana gelenler kadar tuhaf değişim örnekleri sunan çiftleştirme deneylerine varıncaya dek doğa bilimlerinin her alanından kanıtlar topladı. Tüm bunlara karşın kendisinden çok daha genç bir gezgin olan Alfred Russell Wallace (1823-1913), Doğu Hint Adaları'nda hayvan türlerinin dağılımı üzerine yaptığı araştırmalar sonucunda kendi başına türlerin evrimi düşüncesine ulaşmış olmasaydı eğer, Darwin evrim teorisini belki de o zaman bile yayınlamayacaktı.

"Türlerin Kökeni" ve evrim üzerine tartışmalar

Türlerin Kökeni'nin yayınlanması üzerine kopan büyük gürültü, çekingen Darwin'in görüşlerini hemen açıklamayarak ne kadar isa-

betli davranmış olduğunu gösterdi. Toplumun görece daha ileri bir noktada olduğu 60'lı yıllarda bile bu görüşler sonu gelmez sert tartışmalara yol açtı. Ne var ki bu tartışmalar salt bilimsel nitelik taşımaktan çok teolojik veya politik sorunlar etrafından yürütülmekteydi. Darwin'in söz konusu yapıtı, biyoloji biliminde son derece özgürleştirici bir rol oynadı. Kitap tüm canlılar dünyası için geçerli, birleştirici bir ilke ortaya koydu.

Ne var ki Darwinizmin bilim üzerindeki etkisi bütünüyle olumlu bir etki değildi. Kuşkusuz, biyolojiye karşı büyük bir ilgi uyandırmış ve pek çok insanın bu konulara eğilmesini sağlamıştı. Fakat aynı zamanda Darwin'in teorisinin organizmalar arasındaki evrimsel ilişkilerin kabaca izlenmesine ve ayrıntılı soy ağaçları hazırlanmasına yaptığı vurgu, doğa bilimcilerini canlıların gerçek yaşamları ile bitkilerin ve hayvanların içsel işleyiş tarzını incelemekten alıkoydu. Ancak, hiç kimse bundan dolayı, toprak solucanları, etçil bitkiler ve duyguların dışavurumu gibi çok çeşitli konular üzerine yaptığı ayrıntılı araştırmalarla, deneysel biyolojinin öncüleri arasında yer alan Darwin'i suçlayamaz. ***5.20-22***

Doğa felsefesi

Türler üzerine yürütülen tartışmalar 19. yüzyılın sonuna kadar sürdü. Canlı varlıklarla ilgili bir başka ipucunu yakalayabilmek için yüzyılın başına dönerek onların yapıları hakkında yapılan araştırmalara bakmamız gerekiyor. Burada ilk itki doğa bilimlerinden, fakat daha çok da tıpla yakın ilişki içinde olmaları nedeniyle anatomi ile fizyolojiden geldi.

Bilim içindeki mistik eğilim (Neo-Platonik, Lullian ve Paracelsusçu eğilimler) son ciddi ifadesini 19. yüzyıl başlarında Alman *Doğa felsefesinde* buldu. Herder ve Schelling gibi filozoflar ve Goethe gibi şairlerden alınan ilhamla Mutlak İde ve Doğanın İlahi Tasarımı arayışına girildi. Bu aynı zamanda Alman halkının yeniden canlanmasıyla ve kaba Fransız matematiksel-materyalizminin yıkılışıyla da akıl almaz bir biçimde bağlıydı. **1.14** Bununla birlikte, Arketip [kusursuz ilk örnek] arayışı, bitkilerin ve hayvanların yapılarının

karşılaştırmalı olarak incelenmesi, yani *morfoloji* (sözcük Goethe'ye aittir) demekti ki bu da, kendisini doğuran görüşler ortadan kalktıktan sonra bile varlığını sürdürdü. Alman bilimini yeniden kuran kişi olarak anılan ve bu okulun önde gelen temsilcilerinden olan Lorenz Oken, gerek yaşayan gerekse tükenmiş organizmaların ana gruplarının –filumların– ortak özelliklerinin kavranmasını sağladı.

Mikroskop: Dokular ve hücreler

Bu doğacı yaklaşımın yanı sıra tıptan gelen bir başka yaklaşım daha vardı. Klasik Galenik tıp ile onun Arap yorumunun karışımı, tıp alanında egemenliğini sürdürmesine karşın salgıları temel alan eski tıp teorileri, kimya ve biyoloji bilimlerinin gösterdiği ilerleme karşısında tutunamadı. Ama yine de 19. yüzyılın sonları gibi geç bir tarihte bile onların yerine konacak etkili bir teori yoktu. Sonuçta, aslı astarı olmayan bir sürü görüş ve sistem ortaya atıldı; dönem, hayvan manyetizmasını savunan Mesmer gibi şarlatanların ve frenolojisi ile geniş bir taraftar kitlesi kazanan Gall gibi anatomicilerin dönemiydi.

Anatomiye ve fizyolojiye yönelik ilginin yeniden canlanması, aynı zamanda hasta ve sağlıklı bedenin anlaşılması bakımından Rönesans'tan beri görülen en büyük ilerlemenin önünü açtı. Bichât (1771-1802) kısa ömründe *patolojiyi* âdeta yeniden kurdu ve farklı organların yapılarını büyük bir özenle inceleyerek pek çoğunda ortak olan dokuları –sinir, atardamar, toplardamar, kas, lif, lenf ve deri dokularını– açık bir biçimde görüp ortaya çıkardı. Bu araştırmayı, Amici'nin yeni akromatik mikroskopları (1827) sayesinde, dokuların yapısının (*histoloji*) 17. yüzyıldaki öncülerin çalışmalarına oranla çok daha ayrıntılı olarak incelenebildiği yeni araştırmalar izledi. Bu araştırmalar dokuların hücrelerden oluştuğunu ortaya çıkardı; karaciğer kare biçimindeki hücrelerden, kaslar uzun hücrelerden, sinirler ise çok daha uzun hücrelerden oluşuyordu.

Hücre teorisi

Bütün bir beden, Schlieden (1804-1881) ile Schwan'ın (1810-1882) işaret ettikleri gibi *hücrelerden* oluşan bir koloni olarak düşünülebi-

lirdi. Üstelik, bu hücrelerin tamamı tek bir hücreden; daha doğrusu iki hücreden -yumurta hücresi ile sperm hücresinden- oluşmuştu. Aşağı yukarı aynı zamanlarda Von Baer (1792-1876), döllenmiş yumurtadan başlayarak organizmanın asıl gelişimini izledi. Von Baer'in kurmuş olduğu yeni *embriyoloji* bilimi, omurgalılar gibi büyük gruplar yani filumlar içinde toplanan farklı hayvan türlerinin birbirleriyle olan akrabalıklarını ortaya çıkardı. Doğal seçilim teorisinin türlerin gelişimini anlaşılır kılması gibi, hücre teorisi de bireyin gelişimini anlaşılır kıldı. Ve her iki teori de birbirine koşut olarak evrimin izini sürdüler. Mikroskobun biyolojinin tüm alanlarında kullanılmaya başlanması hiç beklenmedik karmaşıklıkları gözler önüne serdiyse de, bunların başlangıçta uygulama üzerinde gerçek bir etkisi olmadı. Ancak en basit bitki ve hayvan türü olan mantarların ve daha da basit tek hücreli protozoaların ve bakterilerin 4.47 incelenmesinden sonra hücrelerin yaşamı ve işlevleri anlaşılabildi. Böylece, canlı organizmaların denetim altına alınma olasılığı belirdi.

Fermentasyon

Bilim tarihinde sıkça görüldüğü gibi, fermentasyon konusunda da biyoloji alanının dışında, tarıma zararlı böcekler ve endüstriyel kimya üzerine yapılan incelemeler sonucunda başarıya ulaşıldı. Uygarlığın doğuşundan beri insanlar, elde edilen sonuç memnuniyet verici olduğunda fermentasyon, değilse çürüme olarak adlandırılan işlemlerden yararlanıyorlardı. Titiz bir uygulama ve kurallara özenle uyulması sonucu bira mayalamak, peynir yapmak, deri tabaklamak gibi bir dizi işlem gerektiren işlerin nasıl yapılacağı belirlenmiş ve tekrarlanabilmesi güvence altına alınmıştı. Teknik olarak gerçekleştirilen tüm işlemler gibi bu işlemleri de değiştirmek son derece güç ve tehlikeliydi. Buna karşılık, 19. yüzyılın başlarında nüfusun çoğalmasının doğurduğu muazzam talep artışı yalnızca tüketimi arttırmakla kalmadı, aynı zamanda sayısız felakete de yol açtı.

Pasteur ve bakteriyoloji

Genç Pasteur 1885 yılında canlı mayaların hareketlerinin ilk kez farkına vardığında, gelişmekte olan sanayi kenti Lille'de bulunuyor-

du. Genellikle iyi bir tat elde edilen bira ve sirkenin bazen anlaşılmaz bir biçimde bozulmasına kimyasal bir açıklama getiremeyen Pasteur, onları mikroskop altında incelemeye başladı. Fermentasyonun normal gerçekleştiği durumlarda küçük ve yuvarlak maya hücreleri görülmekteydi; ki bu hücreler daha önce 1839 yılında Caignard de la Tóur (1777-1859) tarafından da gözlemlenmişti. Fakat, fermentasyonun yolunda gitmediği durumlarda, sürekli dans eder gibi göründüklerinden Pasteur'ün "vibrio" adını verdiği farklı organizmalar ortaya çıkıyordu.

Pasteur sağ ve sol elli molekülleri on yıl kadar önce keşfetmişti. Bu, son derece önemli bir kimyasal keşifti. Dolayısıyla Pasteur'ün fermentasyon sırasında oluşan asimetrik moleküllerin herhangi bir atıl kimyasal tepkimenin değil, gerçek canlı organizmaların ürünü olduğu konusunda kuşkusu yoktu. Bir kimyager olarak mikroorganizmaların yalnızca görünümlerini değil, kimyasal performanslarını da inceledi. Bunların havalı ya da havasız bir ortamda yaşayıp yaşayamayacaklarını araştırdı ve sonuçta bugün pastörizasyon olarak bilinen işlem de dahil olmak üzere, mikroorganizmaların bira ve sirke üretimine müdahale ederek ürünü bozuşturmalarını önleyen dahiyane pratik yöntemler geliştirdi.

Pasteur'ün, yaşamın birdenbire ortaya çıkmış olabileceği ihtimaline şiddetle karşı çıkması ve Pouchet (1800-1872) ile o ünlü tartışmaya girmesinin nedeni, fermentasyon işleminde canlı organizmaların rol oynadığını bilmesiydi. Bu tartışma sırasında, havanın gözle görülmeyen *mikroplardan* arındırılması durumunda, bitki ve hayvan özlerinin sonsuza dek çürümeden korunabileceğini gösterdi. Böylece, aşçıbaşı Appert'in ***5.12*** daha 1810 yılında kullandığı yiyecekleri önce kaynatıp ardından cam kaplarda saklayarak koruma yöntemini bilim dünyasına kabul ettirdi. Bu yöntem ilerde büyük konserve sanayinin temeli olacaktı. Appert'in yöntemleri elbette bilim dünyasınca bilinmekteydi; fakat onun kavanozlarının oksijen içermediği itirazında bulunulmuştu. Pasteur'ün, havanın pamuklu bir yün aracılığıyla süzülmesinin de mikroplardan kurtulmakta aynı ölçüde etkili olduğunu kanıtlaması gerekti.

Pasteur'ün fermentasyonun organik yanına kafa yorması, Liebig'in fermentasyona özel bir kimyasal fermentin neden olduğu şeklindeki görüşüne karşı çıkmasına yol açtı ve elde ettiği başarı bu görüşün bir kenara atılmasına neden oldu. 1897 yılında E. Buchner (1860-1917) neredeyse bir rastlantı sonucu toprak mayasından böyle bir fermenti izole etti ve enzim çalışmasını başlattı. Böylece sonunda hem Liebig'in hem de Pasteur'ün haklı oldukları kanıtlandı. Fermentasyon bir ferment tarafından başlatılıyordu, fakat bu fermenti ancak canlı bir organizma meydana getirebilirdi.

İpekböceği hastalığı ve mikrop teorisi

1865 yılında Pasteur'ü çok daha zor bir görev bekliyordu. Fransa'da yeni sanayi kolları büyük ölçüde ipek arzına bağımlıydı ve ipekböceklerine musallat olan esrarengiz bir hastalık sanayiyi ciddi bir biçimde tehdit ediyordu. Pasteur bu soruna çözüm bulmakla görevlendirildiğinde doğa bilimlerine o kadar yabancıydı ki, daha ipekböceğinin ne olduğunu ya da çirkin bir tırtılın sonradan güzel bir kelebeğe dönüştüğünü bile bilmiyordu. Ama yine de bir mevsim süren yoğun bir araştırmanın sonunda hastalığın kaynağının aslında tırtılın içinde yaşayıp büyüyen bir organizma olduğunu buldu.

Pasteur o andan itibaren daha büyük organizmaların -hayvanların ve insanların- hastalıklarının da benzer nedenlere, yani küçük hastalık mikroplarına bağlı olabileceğini düşünmeye ve giderek buna daha fazla inanmaya başladı. Bu, yeni bir görüş değildi. Enfeksiyon ve salgın hastalık vakalarının da tanıklık ettiği gibi, aslında neredeyse hastalığın kendisi kadar eskiydi. Jenner, çok uzun zaman önce *aşılama* yoluyla çiçek hastalığını denetim altına alma doğrultusunda ilk resmi adımı atmıştı. Çiçeğin kendisinin vücuda *zerk edilmesi* gibi yüzyıllardır uygulanmakta olan ağır bir yönteme karşın, burada, hastalığın etkin fakat daha zararsız bir *virüsü* vücuda zerk ediliyordu. Ancak, söz konusu hastalık *mikropları* asla teşhis edilemedi ve kendi Aristocu ya da Hipokratçı görüşlerine uymadığı için tıp dünyası bunların varlığını bile kabul etmeye yanaşmadı. Oysa, basit ama kusursuz mikroskopları sayesinde Leeuwenhoek, bu mikropları yıl-

lar önce görmeyi başarmıştı. Ne var ki o da gördüğü küçük yaratıklarla, hayvanlara ve insanlara musallat olan hastalıklar arasında bir bağ olabileceğini akıl edememişti.

Her iki tarafta da iki yüz yıldır biriken kanıtlar bir araya getirildiğinde, bakterilerin rolünün keşfedilmesi de artık kaçınılmaz oldu. Benzer örneklerde gördüğümüz gibi, Pasteur bu keşfi yapan ne ilk ne de son kişiydi. Genç bir Alman köy hekimi olan Koch (1843-1910) Davaine'i izleyerek şarbon basillerinin üremesini inceledi ve saf suşlar elde edilmesini mümkün kılan, jelatin üzerinde büyütme yöntemini geliştirdi. Bu yöntem daha sonra tüberküloz ve kolera mikroplarını yalıtmakta kullanıldı. İskoçya'da Lister (1827-1912) pratik antiseptik tekniklerini geliştirdi ve böylece, hastanelerdeki korkunç can kayıplarının oranı düşmeye başladı. Ancak, mikroplara karşı yürütülen savaşın bayraktarı Pasteur'dü.

Pasteur hekimlere karşı

Pasteur, kuru bilimsel savlardan çok kendini insanlığın iyiliğine adamış olması ve sağlam kişiliği sayesinde, hastalıklar konusunda bu yeni yaklaşıma karşı yürütülen muhalefeti bastırmayı başardı. Zira bu, âdeta gözü dönmüş ve neredeyse tüm tıp dünyasını kapsayan bir muhalefetti. Pasteur'ün, çeşitli hastanelerin yetkililerini günümüzün en temel antiseptiklerini üretmeye ikna edebilmek için bir kimyager ve ipekböceği hastalığını yenen bir sınai danışman olarak elde ettiği bütün ünü ve saygınlığını kullanması gerekecekti. Ancak, önce sığırlarda görülen şarbon, ardından da insanlarda görülen kuduz hastalıklarına karşı geliştirdiği bağışıklık kazandırma yöntemi ile elde ettiği görkemli başarılar sonunda, hekimler bile onun görüşlerini benimsemek zorunda kaldılar.

Bilimsel tıbbın kuruluşu

Pasteur'ün başlattığı devrim, bilimsel tıbbın kuruluşu anlamına geliyordu. Geçmiş yüzyıllarda insan bedeni ile onun hastalık ve sağlık sırasında verdiği tepkiler hakkında pek çok şey saptanmış olsa da tıp henüz belirtilerden yola çıkarak hastalığa tanı koyup, hastaların

çektiği acıları dindirebilen fakat etkili önlemler ya da tedavi yollarıyla hastalığı denetim altına alacak kesin yöntemlerden yoksun bir yarı bilim niteliği taşımaktaydı. Karantina ve aşılama gibi önleyici ya da frengiye karşı cıva, sıtmaya karşı kinin gibi tedavi edici birkaç yönteme gelince; bunlar ya tesadüfen bulunmuşlardı ya da kabile geleneklerinin ustaca uygulanmasından ibarettiler. Fakat herhangi bir bilimsel teoriye dayanmadıkları için genelleştirilememiş ve başka hastalıkların tedavisinde bunlardan yararlanılamamıştı. Mikrop teorisi olmaksızın ağır enfeksiyonların yol açtığı hastalıkların neden kaynaklandığını anlamak olanaksızdı; hekimler hastalığı kendi doğal seyrine bırakmak zorunda kalıyor, hatta istemeden de olsa yayılmasına yardımcı oluyorlardı.

Salgın hastalıkların kontrol altına alınması: Bakteriyoloji

Mikrop teorisi ve teknik bir kez kavranınca, kendilerini bu işe adamış onlarca insan enfeksiyona bağlı bir hastalığı yerinde inceleyerek hastalığa yol açan mikrobun izini sürmeye başladılar ve her zaman değilse de çoğu kez hastalığa karşı bağışıklık kazandıracak veya hastalığı tedavi edecek bir serum bulmayı ya da bu bile olmaksızın salgını önleyecek yöntemler geliştirmeyi başardılar. Gelişen sağlık koruma yöntemleriyle birlikte, tifo gibi su yoluyla bulaşan hastalıklar Avrupa'dan silinirken, çocuk ölümlerine sebep olan difteri azalmaya başladı. Daha sonra, sefaletin yeni önlemleri hayata geçirmeyi olanaksız kıldığı yerler dışında, kolera, veba ve sıtma gibi illetler denetim altına alındı.

Mikrop teorisi, insan nüfusunun onda birinin henüz çocukluk ve gençlik çağında ölümüne sebep olan akut hastalıkların birçoğunun denetim altına alınmasında gösterdiği başarı, toplumun, hatta daha az da olsa tıp dünyasının, hastalıkların yalnızca vurucu güçlerinin geri püskürtüldüğü ve hastalıkların tedavisinde vücudun dıştan gelen etkilere verdiği tepkilerin ihmal edildiği gerçeğini gözden kaçırmasına yol açtı. İnsanları sakat bırakan raşitizm, öldürücü şeker, kalp ve kanser hastalıkları bir sonraki yüzyılın bilim insanlarına meydan okumaya devam ettiler. Ama yine de *bakteriyoloji* aracılığıyla bilim,

tıbbın uygulama alanına artık sonsuza dek girmişti ve kısa sürede tıp geleneğinin ayrılmaz bir parçası haline gelecekti.

Pasteur ve öğrencileri ile diğer bakteriyoloji okullarının çalışmaları bilim açısından, kısa sürede ortaya çıkan tıbbi sonuçlarından çok daha büyük önem taşıyor ve uygarlık tarihinde bir dönüm noktasına işaret ediyordu. Pasteur daha önceki çalışmalarında, en basit yaratıkların bile *de novo* [*yoktan*] ortaya çıkmadıklarını, bu dünyada halen devam etmekte olan bir yaratma eyleminin bulunmadığını kanıtlamıştı. Bu küçücük organizmaların canlı oldukları hareket etmelerinden ve üremelerinden anlaşılıyordu. Fakat bunların yaşamları daha gelişkin organizmaların yaşamlarından çok farklı olmalıydı; bu yaşam mekanik olmaktan çok kimyasaldı; kemikli bir yapıdan çok moleküler bir yapıya dayanıyordu. Böylece Pasteur, 20. yüzyılın biyokimyasal devriminin büyük öncülerinden biri oldu.

Claude Bernard ve fizyolojik kimya

Öncülerden diğeri yine bir Fransız olan, canlı insanların ve hayvanların fizyolojisini inceleyerek, vücudun önemli içsel hareketlerinin karmaşık bir kimyasal tepkimeler dengesi tarafından yerine getirildiğini keşfeden Claude Bernard'dı (1813-1873). Bernard'ın çoğunu çözdüğü bu tepkimelerin oluşturduğu denge, yaşamın kendisi için zorunlu bir koşuldu. Organizma ne kadar gelişkinse iç koşullarını sabit ve dış koşullardan bağımsız tutma eğilimi de o kadar güçlü oluyordu. Dolayısıyla, daha basit organizmaların donarak hareketsiz kaldıkları ya da sıcaktan öldükleri durumlarda bunlar gereken tepkiyi gösterebiliyorlardı.

Nöroloji

Fizyolojinin, Galen'in yaklaşık 2000 yıl önceki deneylerinden beri uygulanmakta olan bir yönünü oluşturan sinirsel denetim mekanizmasının incelenmesi, 19. yüzyılda yeniden canlandı. Sinirlerin hem kaslara mesaj iletme hem de duyu organlarından mesaj alma işlevleri, nihayet Bell (1774-1842) ve Magendie'nin (1785-1855) 5.77çalışmaları sayesinde anlaşıldı ve karmaşık sinir sistemi boyunca sinir

bağlantılarının izi sürülebildi. Bu, en karmaşık şebeke olan beynin işlevinin denetlenebilmesi doğrultusunda atılan ilk adımdı. 19. yüzyıl materyalist biyologları bile, saf zihinsel fenomenlerin mutlak doğasından kuşku duyuyorlardı. Fizyoloji, en basit hayvanların bile fizyologların düşündüklerinden neredeyse sonsuz kez daha karmaşık olduğunu gözler önüne sermeye başlamıştı.

Bilimsel tarım

18. ve 19. yüzyıllardaki biyolojinin dört bilgi kaynağından (doğa bilimleri, tıp, tarım ve sanayi) son ikisinin katkısına, kaçınılmaz olarak ilk ikisinden söz ederken değinildi. Darwin'in görüşleri hayvan yetiştiricilerinin ve bahçıvanların pratik başarılarından oldukça etkilendi. İlk bakteriyologlar, öncelikle hayvan hastalıklarını tedavi ederek başarılarını sağlama aldılar. Pasteur'ün kendisi de şarap ve bira üretimi ile ipek imalatı gibi sınai işlemler aracılığıyla bakteriyolojiye yöneldi. Ancak yine de tarımın ana sorunlarından kaynaklanan bağımsız bir bilimsel düşünce akımı vardı: Bitkiler toprakta nasıl büyüyor ve insanlarla hayvanların yiyeceği nelerden oluşuyordu ?

18. yüzyılın başından itibaren, kapitalist ekonominin sızdığı her yerde tarım sorunları öne çıktı. Topraktan en fazla verimi almak söz konusu olduğunda, saygın gelenekler bir tarafa atıldı. Gelişmekte olan bağımsız çiftçiler tarımı ilerletmek için ilerici toprak beyleriyle bir araya gelip dernekler kurdular. **5.4** Çağın gereği olarak, tarımın ana ilkelerini saptamak üzere bilim göreve çağrıldı. Ne var ki yerine getirilmesi çok güç bir görevdi bu.

Çiftçilik uygulamalarıyla edinilen deneyimin ötesine geçebilmek ancak 19. yüzyılın ortalarında ve pek çok hatalı girişimin ardından mümkün olabildi. Yapılan iş, var olan yöntemleri çeşitli değişiklikler yaparak denemek ve hangisinin verimi arttırdığını saptayarak ümit verici ipuçlarını izlemekti. Büyük yenilikler bilimden çok tarım makineleri biçiminde sanayiden geldi. Bu makineler toprağı sürme, tohum ekme, ekin biçme ve harman dövmede devrim yaptılar. Ne var ki buharlı makine, sanayiye ya da ulaşıma yaptığı katkıların çok azını

tarıma sağladı. Tarımda tam bir makineleşme için 20. yüzyılın daha küçük ve daha hafif olan içten yanmalı motorunu beklemek gerekecekti.

Hayvanlar ve bitkilerin beslenmesi

Bilimin tarımla kurduğu en etkili ilişki, biyolojik ya da mekanik olmaktan çok kimyasaldı. Kimya alanında Priestley'le başlayan ve Lavoisier'le doruğa ulaşan pnömatik devrim, hayvan organizmasının yakıt olarak yiyecek kullanan bir ısı-motoru olduğunu; bitkilerin ise bu süreci tersine çevirerek, artık gazlardan canlı dokular meydana getirmek ve oksijeni atmosfere geri vermek için güneş ışığından yararlandıklarını göstermişti. Moleschott'un (1822-1893) klasikleşmiş deyişiyle: "Işık, havadan yaşam dokuyor"du.

Ne var ki toprağın rolü açıklığa kavuşturulana dek bunların hiçbiri uygulamada işe yaramadı. Çiftçiler ve bahçıvanlar toprağın bitkileri beslediğini biliyorlardı ama 1790-1840 yılları arasında bilim insanları bu işin tam olarak nasıl gerçekleştiğini bilememenin şaşkınlığı içindeydiler. Van Helmot, iki yüzyıl önce söğüt ağacının yalnızca suyla büyüyebileceğini göstermişti. O zamanlar, bir element olan suyun yine bir element olan toprağa ya da oduna dönüştüğünü varsaymak oldukça mantıklı görünmüştü. 1790'dan sonra, bunun simyasal bir saçmalık olduğu anlaşıldı; fakat Von Liebig'in artık klasikleşmiş olan araştırmalarına dek bu açıklamanın yerine yenisi konamadı. Von Liebig'in British Association'ın isteği üzerine hazırladığı *Tarım ve Fizyoloji Alanlarındaki Kimyasal Uygulamalar*(1846) başlıklı raporu canlı dokuların, dolayısıyla da besin maddelerinin, günümüzde artık klasikleşmiş olan karbonhidratlar, yağlar ve albüminoidler (proteinler) olarak sınıflandırılmasını kurallaştırdı. Liebig, bunlardan ilk ikisinin esas olarak bitkilerin içindeki hava ile karbondioksitten meydana gelen yakıtlar olduğunu ve sadece sonuncusunun azot içerdiğini gösterdi. Azot, fosfor ve potasyum gibi diğer elementlerle birlikte topraktan alınan nitratlardan elde ediliyor ve sonra doğanın bir başka büyük çevrimsel sürecinde, hayvan dışkıları yoluyla tekrar toprağa dönüyorlardı.

Suni gübreler

Toprağın kimyasal işlevinin aydınlığa kavuşmasıyla birlikte, çiftlik avlularında biriken doğal gübrenin ne işe yaradığı ilk kez tam olarak anlaşıldı ve bunu başka kaynaklardan da elde etme olanağı doğdu. Bilime ilgi duyan zengin bir çiftçi olan Sir John Lawes, Rothamsted'deki çiftliğini ilk tarımsal araştırma laboratuvarına dönüştürdü; doğal gübrelerin yerine kullanılmak üzere çeşitli kaynaklardan elde ettiği nitrat, fosfat ve potaslarla deneyler yaptı, hatta bunları üretecek bir fabrika bile kurdu. 19. yüzyılın ikinci yarısında tarımsal üretimin arttırılmasına ve tekstil sanayisinin ihtiyaçlarının karşılanmasına hizmet eden büyük gübre sanayisi, bu ve benzeri deneylerden doğdu. Böylece, 20. yüzyılın savaş gereksinmelerini karşılamaya hazır, alabildiğine tekelci ağır kimya sanayisinin de temelleri atılmış oldu.

Gıda sanayisi: Soğutma

Papaz Malthus şunları söylüyordu: "Çok uzak bir olasılık bile olsa, Avrupa'nın ihtiyaç duyduğu tahılı Amerika'da yetiştirmesi ve kendisini yalnızca imalata ve ticarete adaması gerektiği; böylelikle dünyadaki en yararlı iş bölümünün sağlanmış olacağı (kuşkusuz ciddi olmaktan çok şaka yollu) düşünülebilir." **5.54** Malthus'un şakasının gerçeğe dönüşmesi için ister köle ya da mahkûm, isterse açlıktan yollara düşen göçmenler şeklinde olsun, öncelikle uzak ülkelere toprağı işleyecek insanların gönderilmesi ve üretilen gıda maddelerinin yenebilir bir durumda nakledilebilmesinin yollarının bulunması gerekiyordu. Elbette, yiyecekleri korumak için tuzlama, kurutma, kaynatma ve dondurma gibi Taş Çağı'ndan beri kullanılan birtakım yöntemler yok değildi. Fakat, bilimin müdahalesiyle rasyonelleştirilip dönüştürülmeden bu yöntemlerin on milyonlarca insanı besleyecek ölçüde kullanılabilmesi olanaksızdı.

Pasteur'ün bir ömür boyunca yürüttüğü çalışmalar, yiyeceklerin mikroplardan uzak tutulmasının gereğini ortaya koyarken, diğer taraftan yeni termodinamik bilimi de ısı motorunu tersten, soğutucu olarak kullanmanın yolunu gösterdi. Konservecilik ve soğutma, gerekli para ödendiği takdirde her yere yiyecek ulaştırılabileceğini

kanıtladı. Ayrıca, dünyanın besiciliğe uygun tüm bölgelerinde, paketleme ve soğutma şirketleri egemen duruma geldiler. Bu süreç bir yandan kovboy ve atlı çobanlarla romantikleştirilirken, öte yandan hayvan kesimi işinin makineleştirildiği Chicago ve Cincinnati mezbahaları, bir sonraki yüzyılın seri üretim yapan bant sisteminin ilk örneğini oluşturdular.

Uygulamalı biyoloji: Tıp ve tarım

Biyoloji, eskinin büyüye dayalı mistik inançlarının pek çoğunun izlerini bünyesinde taşımasına ve diğer bilimlerin aksine ele aldığı malzemeye henüz tam olarak hâkim olamamasına karşın, 19. yüzyılın sonlarına gelindiğinde akılcı bir bilim olarak artık fizik ile kimyanın yanında yerini almış ve uygulamada yararlı olmaya başlamıştı. Gerçekten de uygulamalı biyolojinin yardımı olmasaydı 19. yüzyılın ikinci yarısındaki büyük ekonomik ilerlemeleri gerçekleştirmek mümkün olmazdı. Aslında bu durum, "insanlık yalnızca çözebileceği sorunları önüne koyar" biçimindeki Marksist deyişin en iyi örneklerinden biridir. **5.57.357**

Hastalıklar konusunda mikrop teorisinin giderek kabul edilmesi sonucu sağlanan koruyucu sağlık yöntemleri olmasaydı, çok büyük bir nüfusun yığıldığı 19. yüzyıl sanayi kentlerinin ayakta kalması olanaksızdı. Ayrıca, bitkilerin beslenmesiyle ilgili yeni yeni kimyasal bilgilerden yararlanılmaksızın bu nüfusu beslemek de mümkün değildi. Azot ve fosfat gübrelerinin kullanılması, toprağın verimliliğinin artmasını ve ekilebilir toprakların önceden hayal bile edilemeyecek ölçüde genişletilmesini sağlayan en önemli etkendi. Son olarak, hiç değilse en tehlikeli tropikal hastalıklar denetim altına alınmamış olsaydı, lastik ve yağ gibi sanayinin gelişimi açısından son derece önemli olan tropikal ürünleri istenilen miktarda elde etmek mümkün olmayacaktı.

9.6. GEÇMİŞE BAKIŞ

Kapitalizm çağında bilim

Buraya kadar 18. ve 19. yüzyıllarda bilim alanında gerçekleştirilen ilerlemelerin ana akımlarından bazılarını kaba hatlarıyla incele-

meye çalıştık. Ayrıca, hem Sanayi Devrimi'nde somutlanan toplumun maddi gelişimi ve bu gelişimin sonuçları, hem de insanın yeni toplumsal çevresiyle etkili bir bağ kurabilmesi için gerekli olan düşünsel evrim ile bilim arasındaki ilişkilerin izini sürdük. Kapitalizmin kendi ayakları üzerinde doğrulması, serpilip gelişmesi ve çöküşünün ilk işaretlerini vermeye başlaması da bu dönemde gerçekleşti. Bilim de yine bu dönemde, ufak tefek dalgalanmaların dışında güçlü ve sürekli bir tarzda büyüdü. Bu büyüme, bir bütün olarak ele alındığında ekonomik büyümeden bile daha hızlıydı; zira, dönemin sonunda bilim, dönemin başlarında olduğundan çok daha önemli bir yer tutar oldu. 18. yüzyılın başlarında buharlı makine ile geleneksel tekniklere bağlı bir temel üzerinde yükselen ve gelişimini bilimden çok ustalığa borçlu olan bir sanayiye itici güç sağladı. 19. yüzyılın sonlarına doğru, bütünüyle bilime dayanan yeni büyük sanayi dalları ortaya çıkmaya başladı. Dahası, bilim artık eski zanaatlara ve tarıma da nüfuz ediyordu. Başlangıçta bilim, sanayiye verdiğinden fazlasını sanayiden öğrenmek durumundaydı. Sonunda, sanayinin verdiği bilime bağlı hale geldi. Bilim, sanayide olanaklı kıldığı teknik dönüşüm aracılığıyla kapitalizmin gelişimini etkiliyor, küçük ölçekli sanayinin bireysel serbest rekabetinden bilinçle planlanmış ve bilimsel üretim yöntemlerinin ağır bastığı büyük tekelci işletmelere dönüşünü sağlıyordu.

7. Bölüm'de ele aldığımız 16. ve 17. yüzyılların bilimsel devrimi ile 18. ve 19. yüzyılın Sanayi Devrimi arasında yapılacak bir karşılaştırma, bilim ile ekonomik yaşam arasındaki ilişkinin köklü bir biçimde değişmiş olduğunu gözler önüne serer. İlk dönemde, daha önce de değindiğimiz gibi, bilimden istenen yardım ve onun buna verdiği yanıt son derece dar bir cepheyle, astronomiyle ve denizcilikle sınırlıydı. İkinci dönemde ise bu cephe bütün sınai faaliyetleri kapsıyordu: Makineleşme, güç, ulaşım, kimyasallar ve savaş araç-gereçleri. Dolayısıyla ilk dönemde bilim, esas olarak doğadan bilgi elde etmeye yardımcı olacak *araç-gereçlerle* -teleskoplar, mikroskoplar, termometreler, barometreler- ve bu bilgileri derleyip ulaşılan sonuçları yorumlamak için gerekli olan matematiksel analizle ilgilenmekteydi. İkinci dönemde ise araç-gereçler gelişmeye devam etmekle

birlikte, artık bu araç ve gereçler bilimin *maddi* ürünlerinin yalnızca bir parçasını oluşturmaktaydı. Doğayı yalnızca keşfetmeyip aynı zamanda değiştirmek için de tasarlanmış olan yeni makineler -buharlı makineler, türbinler, dinamolar, elektrikli motorlar, kimya laboratuvarları vs.- 18. ve 19. yüzyıllara özgü karakteristik ürünlerdi.

İki devrim arasında kalan sürede bilim, edilgen bir rol oynamaktan çıkarak etkin bir rol üstlenmiş; doğayı araştırmaktan, "mümkün olan her şeyi etkilemeye" geçmişti. Teknik bakımdan, büyük ölçüde bilim insanları ile zanaatkârların ortak çabalarının ürünü olan makineler, ekonomik bakımdan da önceden yapılan yatırımlardan elde edilen kârlar biçiminde giderek artan bir sermaye birikiminin sağlanması bu geçişi mümkün kıldı. 18. yüzyıl sonları ile 19. yüzyıl başlarındaki büyük atılımların nedeni bilimsel ve teknik ilerlemenin ardındaki, işte bu tümüyle kapitalist finanstı.

Daha önceki herhangi bir çağla karşılaştırıldığında, muazzam bir çaba harcandı. Günümüzü temel alarak baktığımızda ise bu çaba son derece cılız görünür. Örneğin, İngiltere'de tüm bir 19. yüzyıl boyunca bilimsel araştırmalar için harcanan para bir milyon sterlini geçmez. **5.3** Bugün yalnızca sivil araştırmalara bunun yetmiş beş katı tutarında bir para harcıyoruz. Bilim ve kâr arasındaki bağlar bu istikrarsızlığın nedenini açıklamaktadır (buna daha önce değinmiştik) **5.3**. Bilime yapılan yatırımların fazlasıyla geri döneceği umudunun taşındığı dönemlerde bile girişimler için gerekli sermayenin bulunmayışı bir süre daha bu ilerlemenin önünü kesmiş; başarısızlık ihtimali en gözü kara birkaç meceracı dışında geri kalan girişimcileri yıldırmıştır.

İşçi sınıfı ve sosyalizm

Kapitalistler bilimi, kârlarını arttırmada kendilerine hizmet ettiği sürece büyük bir istekle; sağlık ve eğitim gibi halkın genel çıkarları doğrultusunda ise gönülsüzce ve iş işten geçtikten sonra kullandılar. Servetlerinin kaynağı olan sistemi sorgulamak ve muhtemelen de değiştirmek söz konusu olduğunda ise bilime tamamen sırt çevirdiler. Bilimi kârın hizmetine sokma sürecinde kapitalistler, kâr güdüsünü

gereksiz kılacak büyük ölçekli toplumsal üretim tarzına giden yolu da göstermişler; aynı zamanda, işçi sınıfını da yaratmışlardı. Kendilerinin var ettiği bu işçi sınıfı için kapitalizm eziyet, güvencesizlik ve yoksulluk demekti.

Dönemin başında yeni yeni ortaya çıkan kapitalizm, feodal üretim sisteminin son kalıntılarını da güçlü bir biçimde sarsıyor ve ilerici bir gelişim çizgisi izliyordu. Dönemin sonunda ise alabildiğine gelişmiş olan kapitalizm tüm dünyada egemen duruma gelmiş olmakla birlikte, yükselen işçi sınıfına karşı savunma konumuna geçmiş bulunuyordu. İşçi sınıfına gelince, o, bilimden tam anlamıyla yararlanabilecek daha kapsamlı bir sosyalist üretim tarzına geçmeye hazırdı.

Bilimin 18. ve 19. yüzyıl boyunca yaşam ve düşünce dünyası üzerindeki etkilerini saptarken, onun tüm ilerici güçlerle işbirliği içinde olduğu başlangıçtaki özgürleştirici konumundan, ilerlemenin artık güvence altında olmadığı, savaşın ve toplumsal devrimin ufukta belirdiği son evrede muğlak bir konuma geçişini de izlemek gerekir. Aradaki sınır çizgisini Fransız Devrimi ve onu izleyen gericilik dönemi oluşturdu. Hamilik eder gibi görünmelerine karşın hem Fransa'daki eski rejim hem de İngiltere'deki Kilise ve Krallık, temelleri toprak mülkiyetine dayalı olduğundan ister istemez bilime karşı çıkmak zorundaydılar. Dolayısıyla bilimin ilerlemesi 18. yüzyılın sonlarında, yükselen sanayiye, politik reformlara ve liberal teolojiye eşlik ederek, iyimser ve ilerici bir yaklaşımın savunulmasına hizmet etti.

1815'ten sonra durum artık bu kadar basit değildi. Bilimin kendisi, jeoloji tarihinde ve evrim tartışmasında görüldüğü gibi, derin bir biçimde liberal ve tutucu kesimlere bölünmüştü. Bilimin eski geleneği ve keşiflerinin pratik etkileri, onu 19. yüzyıldaki büyük kapitalist yayılma ile özdeşleştirme eğilimindeydi; fakat bu özdeşleştirme artık gönüllü ya da içten değildi. Bilimin uygulanmasının, keşmekeş içindeki sanayi bölgelerinde doğurduğu yıkıcı ve çirkin sonuçlar, "ayak takımı"nın -yani yeni proletaryanın- bilinci, öfkesi ve vicdanı bu özdeşleştirmeye karşı duruyordu. Komünizm hayaleti-henüz eylem yönünden etkisiz olsa da- siyaset dünyasında olduğu kadar entelektüel dünyada da sıkça kendisini gösteriyordu. 1870'ten sonra iyimserlik büyük ölçüde kayboldu ve yerini felaket tellallığına bıraktı.

İdealar dünyasında bilim

Bilimin dönemin egemen düşünceleri üzerindeki doğrudan etkisi, Sanayi Devrimi'ne eşlik eden dolaylı etkileri yanında önemsiz kalmakla birlikte, bu asla onun ihmal edilebilir olduğu anlamına gelmez. 18. ve 19. yüzyıllarda fizik bilimlerinde görülen düşünce devrimi, 16. ve 17. yüzyıllarda olduğu gibi yaşamsal bir önem taşımıyordu. Doğrusu, buna bir devrim demektense, (Newtoncu sentezlerde ifadesini bulan) daha önceki bir devrimin muazzam bir hızla ilkin ısı, elektrik ve kimya gibi diğer bilim alanlarına, ardından da ekonomi ve siyaset dünyasına yayılmasından söz etmek daha doğru olacaktır. Yine de gelişmeler her yönüyle köklü yenilikler getirdiler. Maddi bakımdan bilim ilk kez bu yenilikler sayesinde sanayide etkili olmaya başladı; doğal buhar ve elektrik gücü işe koşuldu; o güne kadar geleneğin belirlediği maddenin dönüşümü, belirli amaçlar doğrultusunda planlı ve bilinçli bir biçimde yönlendirilebilir oldu. Düşünce alanında, fizik bilimleri geçmişle köklü bir kopuş gerçekleştiremeseler de yeni alanlara yayılması, elektrikle manyetizmanın etkileşimi ve kimyasal tepkimelerin niteliği ile doğanın yeni özelliklerini günışığına çıkardı ve böylece, kütlenin ve enerjinin korunumu yasaları ile ışığın elektromanyetik teorisi gibi büyük genellemelere yol açtı.

Toplumsal bir güç olarak evrim

Ancak, gerçek köklü yenilikler daha çok matematiksel analizin henüz sağlam bir zemin bulamadığı betimleyici bilimlerde görülen ve Darwin'in doğal seçilim yoluyla evrim sentezinde doruğuna ulaşan gelişme ile sağlandı. Darwin'in kendi katkısı, uzun yıllar süren jeolojik ve biyolojik gözlemlerin kaçınılmaz sonucu olarak daha sonra ortaya çıktı. Bu görüş çok daha önce de benimsenebilirdi; fakat bunun, dünyanın ilahi düzenini haklı gösteren tüm gerekçeleri ortadan kaldıracağını içgüdüsel olarak sezen Kilise'nin ve toprak sahiplerinin direnişi nedeniyle gecikti. Newton, gökler alemine dair çizdiği yeni çerçeve ile Kopernik'in ve Galileo'nun inanılırlığını büyük ölçüde sarstıkları tasarımı yeniden inanılır kılmıştı. Darwin insanlığı daha derinden etkiledi. Bir yenilikçi olarak Darwin'i Kopernik'le

karşılaştırmak yerinde olur. Din dünyası ayakta kalmayı bilmiş ve doğrusu Antik Doğu'nun astronomik dünya tablosundan kopuşun yol açtığı sarsıntıyı unutturmayı başarmıştı. Yaradılış tablosunu hâlâ dokunulmamış olarak elinde tutuyordu. Oysa, Darwin'den sonra tarihin gerçek anlatımı olarak sunulan Tekvin'den geriye pek bir şey kalmadı. Daha sonra, durumu kurtaran uygun bir formül bulunacak ve dinsel gerçeklik bir başka düzleme konarak katı gerçeklerle çelişmesi olasılığının önüne geçilmeye çalışılacaktı. Edmund Gosse'nin babası Philip Henry Gosse tarafından ciddi ciddi öne sürülen, "hikmetinden sual olunmaz Tanrı özgür düşünceli jeologları baştan çıkarıp onlara cehennem azabı çektirmek için fosilleri kayaların içine gömdü" biçimindeki önerme, aşırı zorlama bir açıklama olarak görüldü. Ancak, Papa XII. Pius 1948'de *ex cathedra* [Papa'nın görev yetkisi ile] Tekvin'in ilk bölümünün alegorik bir anlamda anlaşılması gerektiğini belirttiğine göre, bazı Protestan köktencileri dışında tartışmanın artık bittiği kabul edilmelidir.

Türlerin Kökeni, mesajına fena halde gerek duyulduğu bir anda ortaya çıktı. Teori, ekonomide ve siyasette din karşıtı radikal kanat tarafından büyük ölçüde kendi *laisser-faire* teorilerine destek olması düşüncesiyle ele alındı. Kapitalist dünyada olan biten her şey; insanın insan tarafından acımasızca sömürülmesi, güçlülerin güçsüzleri boyunduruk altına alması vb. bu teori ile aklanabiliyordu. Savaşın kendisi bile, doğa ile, "dişlerdeki ve pençelerdeki kırmızı" ile karşılaştırılarak haklı gösterilebiliyordu. Sınıfların ya da ırkların egemenliğine gerekçe olarak sunulan onların seçilmiş insanların veya Tanrıların çocukları olduğu düşüncesi inandırıcılığını yitirmişti; sınıf ve ırk ayrımcılığının sürdürülmesini haklı gösterebilmek için akılcı ve bilimsel dünyada yeni bahaneler bulmak gerekiyordu. Her ne kadar bu Darwin'in istediği en son şey olsa da Darwinizm bu gerekçeleri sağladı.

Evrim teorisinin temel önemi, bilim alanına tarihsel bir unsur sokması ve böylece Yunan geleneğinin Ortodoks dalıyla -Platon ile Aristo'nun ölümsüz gerçekleriyle ve değişmez türleriyle- kesin bir kopuş sağlayarak eski İyonyalı filozoflarla Demokritos'un önceki sapkın dalına, onların akılcı gelişim ve değişim düşüncesine dönmüş olmasıdır. Tarihi bilime sokmasıyla Darwinci evrim düşüncesi,

doğa ve toplum araştırmaları arasında bir köprü kurabilirdi; ne var ki savunucularının çoğunun Darwin'in öğretisini yayma konusunda gönülsüz olmaları yüzünden bu iş başarılamadı. Doğrusu, onun insanlarla hayvanlar arasındaki akrabalığa yaptığı vurgu nedeniyle insanın toplumsal evrimi, biyolojik evriminin gölgesinde kaldı ve Nietzsche'nin üstün insan saçmalığı ile ırkçı teorilerin ve emperyalizmin aklanmasına yol açtı.

Doğa bilimleriyle sosyal bilimler arasındaki bağlar ve tarihin doğada, hukuğun ise toplumda oynadığı rol, organik evrim teorisinin doğrudan bir sonucu olarak ortaya konmuş değildir. Bu Sanayi Devrimi'nin toplumsal etkilerinin sonucu olan ve Marx ile Engels'in teorik bir içerik ve program kazandırdıkları bambaşka bir düşünce ve eylem hareketinin işi olmalıydı.. Bu, Darwinci tartışmalardan çok daha önce, 19. yüzyılın ortalarında olduğu halde, tam olarak anlaşılması ve sonuçlarının ortaya çıkması 20. yüzyıla kaldı. Bu konuyu 12. ve 13. bölümlerde ele alacağız.

Bilim insanının toplumsal konumu

Bilimin, 18. yüzyılın başlarında, az sayıda seçkin insanın ilgisini çeken özgürleştirici bir düşünce olmaktan çıkıp 19. yüzyılın sonlarında herkesin gözleri önünde yaşam tarzını değiştirebilecek maddi bir güç haline gelmesi, daha önce de değindiğimiz gibi basit bir süreçten ibaret olmayıp, hızlı ya da yavaş pek çok gelişim evresinin birbirini izlediği karmaşık ve çatışmalı bir sürecin ürünüdür.

Bu mücadele sırasında bir birey olarak bilim insanı, yalnızca doğanın ezeli ve ebedi düzenini değil, onunla birlikte teknoloji ile bilimin başarılı müdahalelerinin doğurduğu sonuçları da göz önünde bulundurmak zorunda kaldı. Bilim insanları, kaçınılmaz olarak birbiriyle çatışan dürtüler tarafından bölündüler. Hemen hepsi orta ve üst sınıflardan geldiklerinden (Faraday gibi işçi sınıfı içinden çıkmış tek tük bireyleri ana gövde kolayca içine alıp dönüştürebiliyordu), bilim insanları kapitalist gelişimin dev atılımlarıyla özdeşleştiler. Ama yine de bilim insanları olarak, çatışmalarının sonuçlarının giderek kişisel zenginlik uğruna kullanıldığını ve bilimin sağladığı yeni olanakların

insanlığın genel yararına sunulmadığını da görüyorlardı. Yalnızca bir kısım bilim insanı bu gelişmelerin bilinçli bir şekilde ifşa edilmesinde yer aldı. Bunlar arasında İngiltere'den A.R. Wallace ve H.G. Wells, Almanya'dan Haeckel ve 1894 yılında Fransa'da Dreyfus'un savunulması için birleşen bir grup entelektüel bulunmaktaydı.

Saf bilim ideali: Kozmik kötümserlik

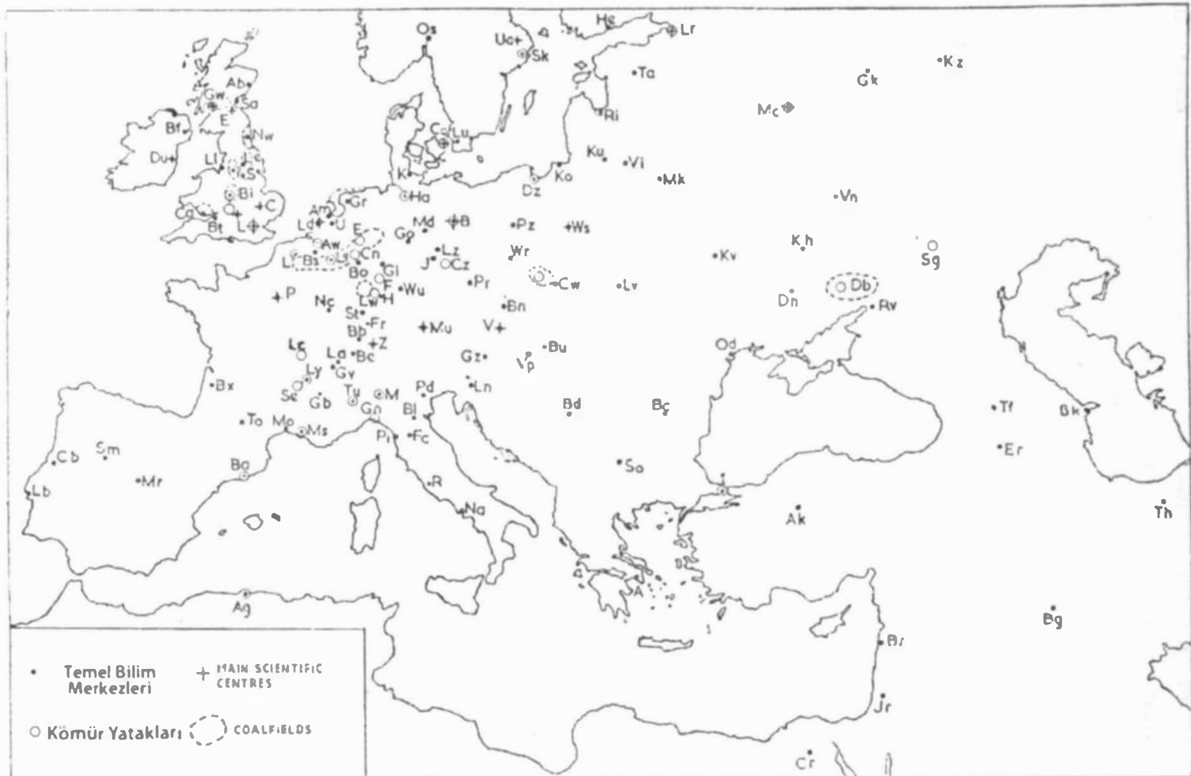
Bilim insanlarının büyük bir bölümü, kendilerine sunulan çirkin önerilere sırt çevirdiler ve bilimin saf gerçeklerine sığındılar. Keşiflerinden kendileri kişisel bir çıkar sağlamadıkları sürece, bu keşiflerin kâr amacıyla kullanılmasından sorumlu tutulamayacaklarını düşündüler.

Bu tutumun, bilim alanında bile onların görüş ve teorilerini etkilememesi olanaksızdı. Bilimsel görüşlerin nebulalardan tutun insan beynine varıncaya kadar dünyanın yapısını gözler önüne sermede gösterdiği muazzam başarılar ve evrim teorisinin sunduğu, sürekli bir ilerlemeyi vurgulayan göz alıcı tabloya rağmen, geleceğe dönük bilimsel bakış açısı bu dönemin sonunda esas olarak kötümser bir hal aldı. Evren tablosu içinde, kendilerinin ve gelecek kuşakların çıkarları doğrultusunda doğayı bilinçli bir biçimde egemenliği altına alma uğraşı içinde olan bir insanlık anlayışına hiç yer bırakılmadı. Böylece, demir yasalar aracılığıyla kaçınılmaz bir yıkıma götüren kör talihe ve kara yazgıya teslim olundu.

Bilimin sınırları

Bilimin bir sonu olduğu sanılıyordu. 19. yüzyılda bilimin ilerleyişinin gözler önüne serdiği giderek tutarlı ve bütünlüklü bir hal alan görüntü, bilim insanlarına bilimin sonuna yaklaşıldığının bir işareti gibi gözüktü. Fizikte, başlangıçta birbirinden ayrı olan kuvvetler –ışık, elektrik, manyetizma ve ısı– tek bir büyük elektromanyetik teorisi içinde bir araya geldiler. Yerçekimi henüz anlaşılmadığı halde, yerçekiminin etkileri tamamen öngörülebilmekteydi. Gerçekten de Laplace'ın "bütün bir evrenin hareketleri bir an için bilindiği takdirde sonsuza dek saptanabilecek parçacıklardan oluştuğu" teorisi,

Harita 4: Bilimsel ve Endüstriyel Avrupa



kadercilik anlayışını Yunanlılara oranla daha kapsamlı bir biçimde aklamaktaydı. Kimyada elementlerin hemen hepsi keşfedilmişti. Mendeleev'in kapsamlı genellemesi kaç tane element olabileceğini ve daha ne kadarının bulunması gerektiğini göstermişti. Biyolojide Darwinci teori, evrimin şans ve mücadeleye dayalı yazgısal bir süreç olduğunu ortaya koymuştu.

Elbette daha bilimin yapması gereken çok şey vardı; her bilim insanı ayrıntılı keşifler bakımından kendi alanında sınırsız bir gelecek görüyordu. Çünkü, bu büyük teorik genellemelere rağmen bilim, 19. yüzyılın sonlarında oldukça tuhaf bir biçimde her zamankinden daha fazla uzmanlaşmıştı ve bu durum sonra da devam edecekti. Uzmanlaşmanın kendisi, genel bir evren tablosunun ağır yüklerinden kaçmanın bir yoluydu. Kozmik kötümserlik, bilimin ve toplumun şimdiki durumu ve yakın geleceği hakkında beslenen gönül rahatlığıyla değilse bile güvenle dengelendi.

Kendi uzmanlık alanı hakkında ne düşünürse düşünsün, 19. yüzyılın bilim insanı, bilimsel teorinin genel çerçevesinin güvende olduğunu ve Newton'un vasiyetinin büyük ölçüde yerine getirildiğini ve bu klasik tabloyla bağdaşmayan tuhaf fenomenlerin dikkatli ve yetenekli birisince incelendiğinde açıklanabileceğini biliyordu. Aynı şekilde bilim insanı, içine karıştığı insanların, toplumsal düzenin -borsalar, teşebbüs özgürlüğü, seyahat ve ticaret özgürlüğü- bugün için tamamen gerçekleşmemiş olsa bile gerçekleşmek üzere olduğu, sonsuz bir entelektüel ve maddi ilerleme çağına girildiği şeklindeki duygularına katılıyordu. Kuşkusuz ufukta işçi sorunları, genel silahlanma vb. sorunlar yok değildi; fakat iyi niyetli bir yaklaşımla barışçıl bir kapitalist ekonomiyi sürdürmenin herkesin çıkarına olduğu düşünülüyor ve kara bulutların dağılacağı umuluyordu. Geleceğin, geçmişin daha büyük çaplı fakat ilginç olmayan bir uzantısı olacağı sanılıyordu. Bu beklentiler, bugün çok daha iyi bildiğimiz üzere, hayal kırıklığına uğramaya mahkûmdu. Bu kitabın ilerleyen bölümlerinde göreceğimiz gibi 20. yüzyıl, bilimin ve toplumun önüne yeni ufuklar açacaktı.

Tablo 5: Bilim ve Kapitalizm (Bölüm 8 ve 9)

		TARİHSEL OLAYLAR	FELSEFE	EKONOMİ	MÜHENDİSLİK VE METALURJİ
1690					
			Locke, özgürlük, mülkiyet ve müsamaha	İngiltere Merkez Bankasının kuruluşu	Savery, buharlı pompa
1700	(Bölüm 8.1)				
		İspanya dizi savaşları Büyük Petro			Darby, kömür koklatılmış demir Newcomen, buharlı makine
		Rusya'nın yükselişi		İngiltere ve Fransa'da küçük ölçekli imalatın büyümesi	Réaumur, demir ve çelik teorisi Smeaton, bilimsel mühendislik
			Hume, bilimsel kuşkuculuk Felsefeciler	Tarımsal iyileştirmeler	
1750					
		Büyük Frederik	Diderot, "Ansiklopedi" Voltaire, Aydınlanma	Sanayi Devrimi'nin başlaması	
1760	(Bölüm 8.2 - 8.4)				
		İngilizlerin Hindistan'ı fethi	Russeau, "Toplumsal Sözleşme" Birmingham'da Ay Topluluğu		Roebuck, carron demiri Black, gizli ısı
		Amerikan Devrimi	Kant, görev felsefesi	Adam Smith, "Ulusların Zenginliği"	Hargreaves, Arkwright, Crompton, pamuk eğirme makinesi Boulton, metal fabrika
			Goethe, Doğal Felsefe	Kapitalizm ve fabrika sistemi	Wilkonson, demirci ustası Watt çarklı makine
		Fransız Devrimi		Malthus, nufus üzerine	Cort Wrought, demir Romford, çalışma ısısı
1800	(Bölüm 8.5 - 8.6)				
		Napolyon Savaşları			Trevithick, yüksek basınçlı makine Bramah, Mandsley, Whitworth, makine aletleri
		Kutsal İttifak Barış ve tepki	Hegel, diyalektik idealizm	Bentham, Mill, yararcılık	Stephenson, lokomotif
		Reform, burjuvazinin zaferi	Comte, pozitivizm	Demiryolu çağı	Carnot, tersinirliğin ilkeleri
		Devrimler yılı	Marx ve Engels		Meyer, Joule, Helmholtz,
1850	(Bölüm 8.7)		"Komünist Manifesto" Diyalektik Materyalizm "Kapital"	İngiltere, dünyanın atölyesi	ENERJİNİN KORUNUMU Bessemer, dökme çelik
		Amerikan İç Savaşı			Lenoir, benzinli motor
		Fransa - Prusya Savaşı Paris Komünü		Büyük çöküntü	Siemens, açık kalp Otto, dört vuruşlu silindir
		Almanya'nın yükselişi	Mach, neopozitivizm	Sosyalizmin yükselişi	Gilchrist, balata Clausius, Gibbs, termodinamik Parsons, türbin
		Sömürgeci emperyalizm			
1900					

ELEKTRİK	KİMYA	BİYOLOJİ VE JEOLOJİ
		Camerarius, Çiçeklerde cinsiyet Woodward, sel kalıntısı fosiller
Hauksbee, sürtünme elektriği		
	Stahl, flogiston	
		Boerhave, tıp öğretmeni
Grey, elektriksel iletkenlik Dufay, iki tür elektrik	Hales, pnömatik devrimin başlaması	
		Linneus, sınıflama, "Doğa Sistemi"
Musschenbroek, elektrik kondansatörü ve şok	Lomonosov, fiziksel kimya	Buffon, "Doğa Tarihi" "Yerküre Teorisi"
Franklin, pozitif ve negatif elektrik, aydınlatma iletkeni	Black, karbon dioksit	Haller, fizyoloji
	Priestly, Scheele, oksijenin bulunuşu	
	Lavoisier, ters flogiston teorisi, modern kimyanın kuruluşu	
Coulomb yasaları		Werner, cataclysms
Galvani, akım	Dalton, atom teorisi	Hutton, mucizesiz jeoloji
Volta, elektrik		
		Bichat, dokular
Davy, elektrokimya		
	Haüy, kristallografi	Lamarck, evrim Oken, morfoloji Cuvier, paleontoloji W. Smith, jeolojik harita
	Berzelius, inorganik kimya	
		Baer, embriyoloji
Oersted, Faraday, elektromanyetizma Telgraf	Dumas, Liebig, Pasteur, Kekule, Van't Hoff Organik kimyanın kurucuları	Lyell, "Jeolojinin İlkeleri", uniformitaryanizm
		Liebig, Lawes, tarımsal kimya Buz çağı ve ilkel insanın kanıtları Mendel, kalıtım Darwin, "Türlerin Kökeni", seçilim yoluyla evrim
Maxwell, ışığın elektromanyetik teorisi Wilde, dinamo		Pasteur, hastalıkların mikrop teorisi
	Mendeleev, periyodik tablo	
		Antisepsi, bağışıklama
Edison, elektrik ışığı	Boya ve patlayıcı imalatı	
Hertz, radyo dalgaları		

Harita 4: Bilimsel ve Endüstriyel Avrupa

Harita, 8., 9. ve 10 bölümlerde anlatılan, 18., 19. ve 20. yüzyıllarda Avrupa ve komşusu ülkelerdeki bilim ve sanayi merkezlerinin dağılımını göstermektedir. Sadece ana sanayi kentleri ve limanları işaretlenmiştir. Gösterilen üniversiteler, bilim merkezleri olarak farklı önemdedirler ve büyük olanların bir kaçı özellikle işaretlenmiştir. Daha eski kuruluşlar, Harita 3'te gösterilen Avrupa'nın bel kemiği olarak tanımlanan bölgelerde kümelenmişlerdir. 19. ve 20. (daha fazlası) yüzyıllardaki Doğu'ya doğru olan yayılma belirtilmiştir. Amerika'daki bilim merkezlerinin dağılımını görmek için Harita 5'e bakınız.

ÜNİVERSİTELER:
Ab: Aberdeen (1494)
Ag: Algiers (Cezayir) 1879
Am: Amsterdam (1632)
Ak: Ankara (1856)
A: Atina
SANAYİLEŞMİŞ KENTLER:
An: Antwerp
Cz:
Cn: Köln

Tablo 5: Bilim ve Kapitalizm

18. ve 19. yüzyılları kapsayan bu tabloda, bilimsel ve teknik ilerlemelerin daha düzenli bir sunumunu yapmak mümkündür. İlk üç sutun politik, entelektüel ve ekonomik gelişmeleri kapsıyor. Ortadaki 4. sütun, bir yandan, ısı motorları ve yarı otomatık makinelerinin gelişimine, diğer yandan, 19. yüzyılın büyük merkezi genellemesi, enerjinin korunumu ve termodinamiğe yol açan muhendıslik ve mekaniğin başarılarını birleştirmektedir. 5. sütün, 19. yüzyılın başlarına doğru kimyasal teoriyı aydınlatan ve telgraf ve elektrik ışığı yoluyla, 20. yüzyıldaki yaklaşımlarıyla ticaret ve sanayinin hizmetine giren elektriğe ayrıldı.
Sutün 6'da, her ikisi de buyuyen kimya sanayisiyle her dönemeçte bağlantı içinde olan 18. yüzyılın sonlarındakı pnömatık devrimi ve 19. yüzyıldaki organık kimyanın açıklanmasını izleyebiliriz. Son sütunda ise, biyoloji ve jeoloji alanında, Linnaeus'un ilk sınıflaması ve Darwin tarafından evrimin temellerinin kesin atılışı arasındaki ardışıklığı izleyebiliriz.

John Desmond Bernal, 1901 yılında İrlanda'da doğdu. Lise eğitimini Bardford Koleji'nde aldı. Cambridge Üniversitesi'nde matematik ve fizik okuduktan sonra kendi isteğiyle üniversitede bir yıl da fazladan doğa bilimleri okudu. Üniversiteden mezun olduktan sonra, dört yıl boyunca Londra'da, Kraliyet Araştırma Enstitüsü'ndeki Davy-Faraday Laboratuvarı'nda çalıştı. 1927'de öğretim üyesi olarak tekrar Cambridge Üniversitesi'ne döndü ve ünlü Cavendish Laboratuvarı'nda kendi araştırma grubunu kurdu. 1937'de, Londra'ya dönerek Birkbeck Kolej'de fizik profesörü ve bölüm başkanı oldu. Ömrünün son yıllarına kadar da orada kaldı.

20. yüzyılın en yetkin bilim insanları ve kristalografi ile moleküler biyolojinin kurucuları arasında sayılan Bernal, araştırmacı bilim insanlığı, eğitimciliği, felsefeciliği ve bilim politikacılığı ve tarihçiliğinin yanı sıra aktif bir politikacı, eylem adamı ve örgütçü idi. Profesör Bernal, 15 Eylül 1971'de, 70 yaşındayken Londra'daki evinde öldü.

İçinde bulunduğumuz dönemin sorunları ve bunlarla bilimin ilerlemesi arasındaki zorunlu bağ, dikkatlerimizi ister istemez bilimin tarihsel ve toplumsal yönüne yoğunlaştırmamızı gerektiriyor. Bilimin bugünkü durumuna nasıl geldiğinin, birbiri ardına gelen toplum biçimlerine nasıl yanıt verdiğinin ve yeri geldiğinde o toplumların şekillenmesine nasıl bir katkı sunduğunun da bilincinde olmak gerekiyor. Çünkü, çağımız biliminde ve onun toplumsal bağlamında karanlıkta kalan ve anlaşılması güç olan ne varsa bunların kaynağı eski çağlardan günümüze gelen tutumlarda ve kurumlardadır. Bu yüzden günümüzde bilimin (ve teknolojinin) ne anlama geldiğini ve nasıl bir geleceğe sahip olduğunu kavrama doğrultusunda adım atabilmenin; bilimin (ve tekniğin) nereden gelip nereye gittiğini anlayabilmenin biricik yolu, ona tarihsel ve bütünlüklü bir pencereden bakmak; onu tarihsel ve toplumsal ilişkileri içinde irdelemek; kısacası, bilim ile toplum arasında tarih boyunca oluşagelen etkileşimleri ayrıntılarıyla incelemektir. Karşılaştığımız güçlüklerin üstesinden gelebilmek ve bilimin sunduğu yeni olanakları insanlığın yıkımı değil mutluluk ve refahı amacıyla kullanabilmek için günümüzdeki durumun nasıl ortaya çıktığını yeni bir bakış açısıyla bir kez daha incelememiz gerekiyor. Elinizdeki kitap da işte tam bunu yapıyor. Bilimin gelişimi ile insanlık tarihinin diğer cephelerinde görülen gelişmeler arasındaki karşılıklı ilişkileri ortaya koyup tanımlamaya; bilimin toplum, toplumun da bilim üzerindeki etkisinden kaynaklanan bazı temel sorunların kavranmasına yardımcı olmaya çalışıyor.



ISBN 978-975-6106-96-6
ISBN 978-975-6106-97-6



EVRENSEL
BASIM
YAYIN